



# **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

**Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de  
Telecomunicación**

## **SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y SOPORTE PARA NODOS LTE**

**PROYECTO FIN DE CARRERA**

AUTORA: Laura Jiménez Hernández  
TUTOR: Antonio Da Silva

FECHA: Octubre de 2012



**PROYECTO FIN DE CARRERA  
PLAN 2000**

E.U.I.T. TELECOMUNICACIÓN

**TEMA:** INTERNET MÓVIL

**TÍTULO:** SISTEMA DE SUPERVISION Y SOPORTE PARA NODOS LTE

**AUTOR:** JIMENEZ HERNANDEZ, LAURA

**TUTOR:** ANTONIO DA SILVA FARIÑA

Vº Bº.

**DEPARTAMENTO:** DIATEL



**Miembros del Tribunal Calificador:**

**PRESIDENTE:** ANTONIO CARPEÑO RUIZ

**VOCAL:** ANTONIO DA SILVA FARIÑA

**VOCAL SECRETARIO:** CARLOS RAMOS NESPEREIRA

**DIRECTOR:**

**Fecha de lectura:** 29 OCTUBRE 2012

**Calificación:**

El Secretario,

**RESUMEN DEL PROYECTO:**

El proyecto consiste en la integración y adaptación del sistema de soporte operacional (OSS) a la nuevas redes para acceso móvil LTE/4G.

El producto OSS de Ericsson España es un sistema de supervisión de soporte de la red en cualquier tipo de nodo, pero el proyecto se centrará en los nodos de red LTE (Long Term Evolution). De esta forma se puede gestionar cualquier cambio en los nodos, incidencias o actualizaciones en la red de manera fiable y sin pérdida de datos. Se profundizará en la descripción del software y del hardware del producto OSS, todo ello adaptado al operador de red.

Se profundizará en la descripción de la tecnología LTE, detallando la evolución sufrida en las redes, pasando de 2G/3G a 4G, todo ello centrado en la industria puntera de las redes de telefonía móviles, así como las nuevas características que esta tecnología aporta y la compatibilidad hacia atrás con 2G y 3G.

"La mejor forma de hacer tus sueños realidad es despertar"

Paul Valery

# Agradecimientos

En primer lugar quiero agradecer este trabajo a mi profesor Antonio que me ha ayudado a sacar adelante el proyecto día a día.

A mis padres, como olvidarme de ellos, que son los que me apoyan desde que tengo uso de razón, gracias por animarme, por entenderme y por aguantarme. Gracias por la educación que me habéis ofrecido y por enseñarme a ser como soy. A mis hermanas Nuria y Rut sin las cuales no sería nada, gracias por compartir mi locura y por hacerme feliz. Y no puedo olvidarme del resto de mi familia, haciendo especial mención en mis abuelos, gracias por sacar lo mejor de mí y por enseñarme a luchar por lo que más quiero.

A mis compañeros, amigos de la universidad, a ese grupo de primero que se ha mantenido fiel y unido y a los que voy a echar mucho de menos. Especialmente agradecer a mi bibliopiña, dejasteis de ser compañeros para convertirlos en más que amigos, os habéis ganado todo mi cariño, gracias por ser como sois y por haberme apoyado siempre, sin vosotros los días de estudio y biblioteca no hubieran sido lo mismo. Sobre todo a ti, mi amor, que me has ayudado, apoyado y levantado cuando para mí todo estaba hundido. Gracias por enseñarme a ver la vida de otro color y a soñar que se puede. Gracias por hacer de estos dos últimos años los mejores de mi vida. Sabes que sin ti nada de esto hubiera sido posible.

A mis niñas Sara y Danaé, mis dos locuras, sin vuestro apoyo, cariño y consejo no sería lo que soy. Con vosotras empezó este viaje y por ello, a vosotras quiero dedicároslo. Sin vosotras..nada.

A mis compañeros del trabajo, ya que ellos me han enseñado y seguirán haciéndolo. He ganado, aparte de conocimientos, grandes amistades y es lo que más valoro. Gracias a vosotros he aprendido todo lo que se.

A todos vosotros va dedicado este proyecto.

Gracias.

## Resumen

El proyecto consiste en la actualización del sistema de soporte operacional (OSS) con respecto a las nuevas redes para acceso móvil LTE/4G. El trabajo es un ejercicio real ejercido para Vodafone, compañía de telefonía en España.

El producto OSS de Ericsson España es un sistema de supervisión de soporte de la red para cualquier tipo de nodo, pero el proyecto se centrará en los nodos de red LTE (Long Term Evolution). Con este sistema se puede gestionar cualquier cambio en los nodos, incidencias o actualizaciones en la red de manera fiable y sin pérdida de datos. Se profundizará en la descripción del software y del hardware del producto OSS.

Se hablará de la tecnología LTE, detallando la evolución sufrida en las redes, el paso de 2G/3G a 4G y todo ello centrado en la industria puntera de las redes de telefonía móviles, así como las nuevas características que esta tecnología aporta y la compatibilidad con las anteriores.

## **Abstract**

This project consists of the upgrade of the operational & support system (OSS) regarding the new functionality implemented for the LTE/4G mobile access networks. The project has been implemented in a live environment in Vodafone Spain.

Ericsson OSS product consists of a network monitoring system for support and configuration of Core and Radio network elements. This project will be focused on LTE (Long Term Evolution) network nodes. The OSS system can manage any changes in the nodes, incidents or updates to the network in a reliable way without data loss. The description of OSS software and hardware is going to be explained in detail.

LTE technology is going to be introduced, detailing the network evolution from 2G/3G to 4G, all focused on the industry leading mobile phone networks and the new features that this technology provides.

# Índice

Índice de figuras .....	1
Índice de tablas .....	2
1. Introducción.....	4
1.1. Introducción a las redes .....	4
2. Evolución de las redes .....	6
2.1. 1G (AMPS/NMT) - La Primera Generación Móvil .....	6
2.2. 2G (GSM) - La Era Digital .....	7
2.3. 2.5G – GPRS.....	9
2.4. 3G (UMTS) - El comienzo de la era de los datos.....	11
2.5. LTE.....	12
2.5.1. Pasado, presente y futuro de las telecomunicaciones .....	14
3. 3G - Tercera Generación.....	15
3.1. 3GPP.....	17
3.2. Definición de 3G .....	17
3.3. Servicios del 3G .....	19
3.4. Gestión de tráfico en 3G .....	21
3.4.1. CN (Core Network) .....	22
3.4.2. RAN ( Radio Access Network).....	22
3.4.3. UE (User Equipment) .....	23
3.5. Recursos del 3G .....	24
3.6. Direccionamiento IP – Futuro IPv6 .....	25
3.7. Evolución del 3G.....	27
3.7.1. ¿Qué es UMTS? .....	28
3.7.2. ¿Por qué se creo UMTS? .....	28
3.7.3. Características UMTS .....	28
3.7.4. ¿Qué es W-CDMA?.....	28
3.7.5. Introducción a HSDPA.....	29
3.8. Del 3G al 4G. La evolución hacia LTE.....	31
3.9. Evolución de la tecnología móvil .....	32
4. 4G .....	35
4.1. ¿Qué es LTE? .....	35
4.2. Características de LTE .....	37
4.3. ¿Qué es 4G? .....	40
4.4. De LTE a LTE-Advanced.....	41
4.5. LTE-ADVANCED .....	41
4.6. Expectativas y plazos esperados en España para LTE .....	45
5. OSS (Operations Support System) .....	50
5.1. ¿Qué es OSS? .....	50
5.2. FM Fault Management .....	52
5.3. CM Configuration Management .....	54
5.4. PM Performance Management .....	56
5.5. Arquitectura del OSS.....	57

6. UPGRADE.....	63
Conceptos previos al upgrade .....	64
Introducción del upgrade .....	65
6.1. Large Upgrade .....	66
6.1.1.Procedimientos .....	66
6.1.1.1. Fuera del entorno de producción (Spare Wheel).....	66
6.1.1.2. Mediante separación del dominio (Split Domain) .....	67
6.1.1.3. Mediante separación del cluster (Split Cluster) .....	67
6.1.2.Métodos .....	67
6.1.2.1. Método I .....	68
6.1.2.2. Método II.....	68
6.1.2.3. Método III .....	68
6.2. Small Upgrade .....	69
6.2.1.Procedimientos .....	69
6.2.1.1. Servidor en vivo (Live Server) .....	70
6.2.1.2. Mediante separación del dominio (Split Domain) .....	70
6.2.1.3. Mediante la separación del Cluster .....	70
6.2.2.Métodos .....	71
6.2.2.1. Método I .....	71
6.3. Nuestro Upgrade .....	71
6.4. Nuevas funcionalidades de la versión .....	74
7. HA – High Availability (Alta Disponibilidad).....	77
7.1. HARS (High Availability Replication Solution).....	77
7.2. HACS (High Availability Cluster Solution) .....	78
8. Mi aportación en el proyecto .....	80
9. Conclusiones.....	83
Bibliografía.....	86



## Índice de figuras

Fig 1. Evolución Telefonía Móvil.....	4
Fig 2. Móvil primera generación .....	6
Fig 3. Estructura de la red GSM.....	9
Fig 4. Arquitectura GPRS.....	11
Fig 5. 3GPP Evolution.....	13
Fig 6. Evolución Servicios.....	16
Fig 7. Símbolo 3GPP .....	17
Fig 8. Releases UMTS .....	18
Fig 9. Pila OSI.....	19
Fig 10. Iphone 3G .....	20
Fig 11. Arquitectura red 3G .....	21
Fig 12. Arquitectura RAN-UE.....	23
Fig 13. Principio conexión UE .....	24
Fig 14. IPv6 Header.....	26
Fig 15. Tiempos de llamada vs Paquetes IPv4 e IPv6. ....	27
Fig 16. Características UMTS .....	28
Fig 17. Evolución downlink .....	29
Fig 18. Evolución downlink .....	31
Fig 19. Evolución 2G-LTE .....	37
Fig 20. Dominio frecuencia OFDMA.....	38
Fig 21. Asignación dinámica de canales.....	39
Fig 22. Latencia LTE .....	42
Fig 23. Arquitectura OSS.....	51
Fig 24. OSS en la red móvil .....	51
Fig 25. Componentes FM.....	54
Fig 26. Generación de Reportes .....	57
Fig 27. Arquitectura OSS.....	58
Fig 28. Solución O&M.....	60
Fig 29. Solución ENIQ.....	62
Fig 30. Esquema Upgrade .....	72
Fig 31. Solución HARS .....	77
Fig 32. Solución HACS .....	79

## Índice de tablas

Tabla 1. Eficiencia Promedio LTE .....	43
Tabla 2. Transferencia Efectiva LTE .....	43
Tabla 3. Movilidad LTE .....	44
Tabla 4. Cobertura LTE .....	44

# INTRODUCCIÓN

---

# 1.Introducción

## 1.1. Introducción a las redes

La telefonía móvil nace y se desarrolla de la necesidad que tiene el ser humano de comunicarse. El avance que se ha producido en los últimos años en las comunicaciones móviles ha sido impresionante. La industria de la telefonía móvil ha tenido que avanzar e investigar mucho y rápido para ponerse a la altura de la industria de red fija, para ello ha tenido que mejorar el rendimiento de la red, aumentar las velocidades de transmisión y descargas, así como también reducir los tiempos de latencia, y todo ello con precios asequibles para poder luchar por ofrecer a los consumidores el mejor combinado calidad/precio.

En esta transición el objetivo es minimizar la distancia que años atrás resultaba abismal entre red fija y móvil. Actualmente con la tecnología aún poco conocida LTE (Long Term Evolution) esta diferencia se reduce hasta casi desaparecer.

Durante los últimos 40 años hemos vivido la evolución de la red y con ella los cambios en los dispositivos fijos y el aumento de la oferta de nuevos dispositivos móviles cada vez más completos y más próximos a la tecnología propia de un PC.

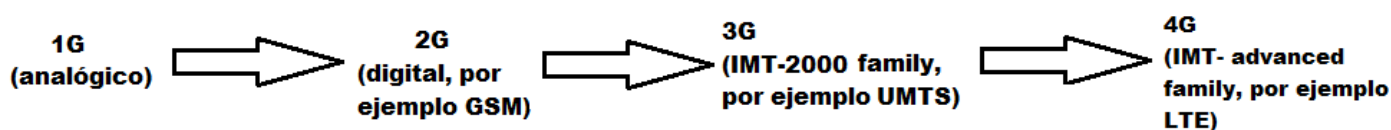


Fig 1. Evolución Telefonía Móvil

A continuación se describirán brevemente las tecnologías que hasta el momento han precedido a LTE.

# **EVOLUCIÓN DE LAS REDES**

---

## 2. Evolución de las redes

### 2.1. 1G (AMPS/NMT) - La Primera Generación Móvil

En la década de los 70 se introdujo la primera generación de redes móviles o 1G. A estos sistemas se les conocían como *cellular*, en inglés, pero luego el término fue reducido a "cell" (celda), debido a que los teléfonos o dispositivos de esta generación están basados en las redes celulares con múltiples estaciones de base (BS Base Station) relativamente cercanas unas de otras, y protocolos para el traspaso o "handover" entre las celdas cuando el teléfono se movía de una celda a otra. La señal estaba basada en sistemas de transmisión analógicos y los dispositivos 1G eran relativamente más ligeros y menos costosos que dispositivos anteriores. La calidad de enlace era muy reducida y la velocidad de conexión no era mayor a 2400 baudios. En cuanto a la transferencia entre celdas, era muy imprecisa ya que contaba con una baja capacidad. Algunos de los estándares más famosos que surgieron con esta tecnología fueron: Sistema Telefónico Móvil Avanzado (AMPS, por sus siglas en inglés) cuya técnica de modulación empleada era FDMA, utilizando el espectro de parte de la banda de 800 MHz, el Sistema de Comunicación de Acceso Total (TACS) y Telefonía Móvil Nórdica (NMT).



Fig 2. Móvil primera generación

## **2.2. 2G (GSM) - La Era Digital**

A inicios de los 90 se introdujeron al mercado los teléfonos 2G con el despliegue de la tecnología GSM (Global System for Mobile Communications). El Sistema Global para las comunicaciones Móviles, o GSM, utiliza modulación digital para mejorar la calidad de la voz, pero los servicios que ofrece la red son limitados. La mayor diferencia entre el 1G y el 2G es que el 1G es analógico y el 2G es digital; aunque los dos sistemas usan sistemas digitales para conectar las radio bases al resto del sistema telefónico, la llamada es cifrada cuando se usa 2G.

Mientras la demanda por los aparatos móviles o celulares aumentaba, los proveedores de 2G continuaban mejorando la calidad de transmisión y la cobertura. Estos también comenzaron a ofrecer servicios adicionales, como fax, mensajes de textos y buzón de voz.

GSM (Global System for Mobile Communications, originalmente Groupe Special Mobile) es un sistema digital desarrollado por el European Telecommunications Standards Institute (ETSI) de telefonía móvil que provee un estándar común para los usuarios, permitiendo el roaming internacional y la capacidad de ofrecer a alta velocidad servicios avanzados de transmisión de voz, datos y video, y otros servicios de valor agregado en varios países.

El GSM es ahora uno de los estándares digitales inalámbricos 2G más importantes del mundo. El GSM está presente en más de 160 países y según la asociación GSM, tienen el 70 por ciento del total del mercado móvil digital.

El sistema debe ser capaz de soportar una gran carga de usuarios, con muchos de ellos utilizando la red al mismo tiempo. Si sólo hubiera una antena para todos los usuarios, el espacio radioeléctrico disponible se saturaría rápidamente por falta de ancho de banda. Una solución es reutilizar las frecuencias disponibles. En lugar de poner una sola antena para toda una ciudad, se colocan varias, y se programa el sistema de manera que cada antena emplee frecuencias distintas a las de sus vecinas, pero las mismas que otras antenas fuera de su rango. A cada antena se le reserva cierto rango de frecuencias, que se corresponde con un cierto número de canales radioeléctricos (cada uno de los rangos de frecuencia en que envía datos una antena). Así, los canales asignados a cada antena de la red del operador son diferentes a los de

las antenas contiguas, pero pueden repetirse entre antenas no contiguas. Además, se dota a las antenas de la electrónica de red necesaria para comunicarse con un sistema central de control (y la siguiente capa lógica de la red) y para que puedan encargarse de la gestión del interfaz radio; el conjunto de la antena con su electrónica y su enlace con el resto de la red se llama estación base (BS, Base Station). El área geográfica a la que proporciona cobertura una estación base se llama celda. A este modelo de reparto del ancho de banda se le denomina a veces SDMA o división espacial.

Al mismo tiempo, la comunicación no debe interrumpirse porque un usuario se desplace y salga de la zona de cobertura de una BS, deliberadamente limitada para que funcione bien el sistema de celdas. Tanto el terminal del usuario como la BS calibran los niveles de potencia con que envían y reciben las señales e informan de ello al controlador de estaciones base o BSC (*Base Station Controller*). Además, normalmente varias estaciones base al mismo tiempo pueden recibir la señal de un terminal y medir su potencia. De este modo la BSC puede detectar si el usuario va a salir de una celda y entrar en otra, y avisa a ambas y al terminal para el proceso de salto de una BS a otra; este es el proceso conocido como handover o traspaso entre celdas. Esta sería la función principal de la BSC.

Cuando ocurre esto, la BSC cede el terminal a la estación contigua, menos saturada aunque el terminal tenga que emitir con más potencia. Por eso es habitual percibir cortes de la comunicación en zonas donde hay muchos usuarios al mismo tiempo. Esto nos indica la segunda y tercera labor del BSC, que son controlar la potencia y la frecuencia a la que emiten tanto los terminales como las BS para evitar cortes.





### 2.3. 2.5G – GPRS

La tecnología GPRS fue originalmente estandarizada por European Telecommunications Standards Institute (ETSI) y ahora es mantenida por el consorcio 3rd Generation Partnership Project (3GPP).

En GSM, cuando se realiza una llamada se le asigna un canal de comunicación al usuario, el cuál permanecerá asignado aunque no se envíen datos. El acceso al canal utilizado en GPRS se basa en divisiones de frecuencia sobre un dúplex y TDMA. En GPRS los canales de comunicación se comparten entre los distintos usuarios dinámicamente, de modo que un usuario sólo tiene asignado un canal cuando se está realmente transmitiendo datos. Para utilizar GPRS se precisa un teléfono que soporte esta tecnología. La mayoría de estos terminales soportarán también GSM, por lo que podrá realizar sus llamadas de voz utilizando la red GSM de modo habitual y sus llamadas de datos (conexión a internet, WAP,...) tanto con GSM como con GPRS.

La tecnología GPRS, representa un paso más hacia los sistemas inalámbricos de Tercera Generación o UMTS. Su principal baza radica en la posibilidad de disponer de un terminal permanentemente conectado, tarifando únicamente por el volumen de datos transferidos (enviados y recibidos) y no por el tiempo de conexión como hemos podido observar en un punto anterior.

Tradicionalmente la transmisión de datos inalámbrica se ha realizado utilizando un canal dedicado GSM a una velocidad máxima de 9.6 Kbps. Con el GPRS no sólo la velocidad de transmisión de datos se ve aumentada hasta un mínimo 40 Kbps y un máximo de 115 Kbps por comunicación, sino que además la tecnología utilizada permite compartir cada canal por varios usuarios, mejorando así la eficiencia en la utilización de los recursos de red.

La tecnología GPRS permite proporcionar servicios de transmisión de datos de una forma más eficiente a como se venía haciendo hasta el momento.

GPRS es una evolución no traumática de la actual red GSM: no conlleva grandes inversiones y reutiliza parte de las infraestructuras actuales de GSM. Por este motivo, GPRS tendrá, desde sus inicios, la misma cobertura que la actual red GSM. GPRS (Global Packet Radio Service) es una tecnología que subsana las deficiencias de GSM.

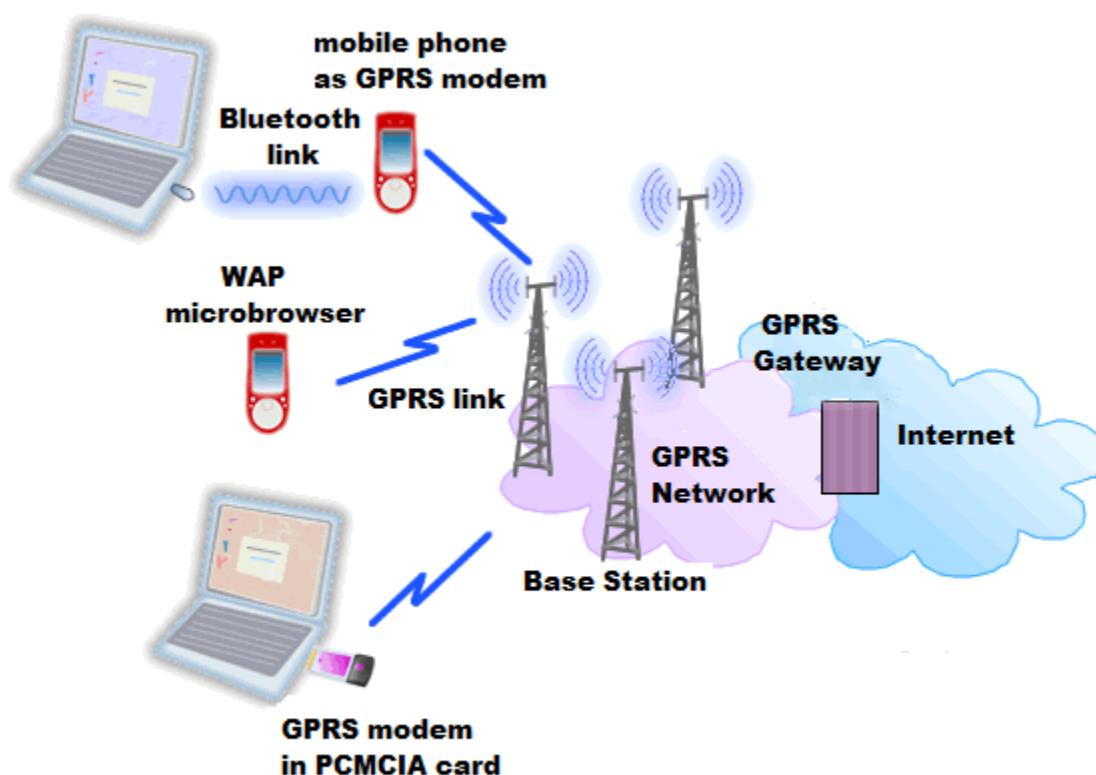


Fig 4. Arquitectura GPRS

Una vez que se ha hablado un poco de las primeras tecnologías 1G y 2G se describirá sin mucho detalle el 3G, ya que más adelante se hará más hincapié en dicha tecnología y en su evolución a LTE.

## 2.4. 3G (UMTS) - El comienzo de la era de los datos

La revolución del 3G permitió a los usuarios el uso de aplicaciones de audio, imágenes y vídeo. A través del 3G es posible ver vídeo en streaming (en tiempo real, sin que el vídeo se detenga) y hacer uso de las videollamadas, aunque realmente ya en la práctica este tipo de actividades se ven restringidas por el elevado uso de esta red por parte los usuarios.

Uno de los principales objetivos del 3G era estandarizar las redes en un único protocolo de red global, en vez de utilizar los diferentes estándares que fueron adoptados anteriormente en Europa, Estados Unidos, y otras regiones. El 3G puede ofrecer velocidades hasta 2Mbps, pero sólo bajo las mejores condiciones y en modo estacionario (usándolo con un router en nuestra casa). Si el 3G se utiliza a grandes velocidades, por ejemplo en la carretera, el ancho de banda puede ser reducido hasta a 145Kbps.

Los servicios 3G, también conocidos como UMTS, sostienen mayores velocidades de datos y abren el camino a Internet. El 3G soporta voz y datos al mismo tiempo, a excepción de cuando se utiliza en redes CDMA, lo cual ya ha ido cambiando poco a poco, también se puede utilizar con un grupo de estándares alrededor del mundo, siendo compatible con una amplia variedad de dispositivos móviles. Gracias a la tecnología UMTS ya existe la posibilidad de roaming global, con acceso a Internet desde cualquier parte del mundo.

Según ha pasado el tiempo el 3G ha ido evolucionando, uno de los cambios más importantes fue la actualización de la tecnología UMTS, haciendo llegar la misma a velocidades de hasta 14Mbps, en sus mejores condiciones. A esta actualización se le dio el nombre de HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access), la cual también se conoce como 3.5G, o 3G+.

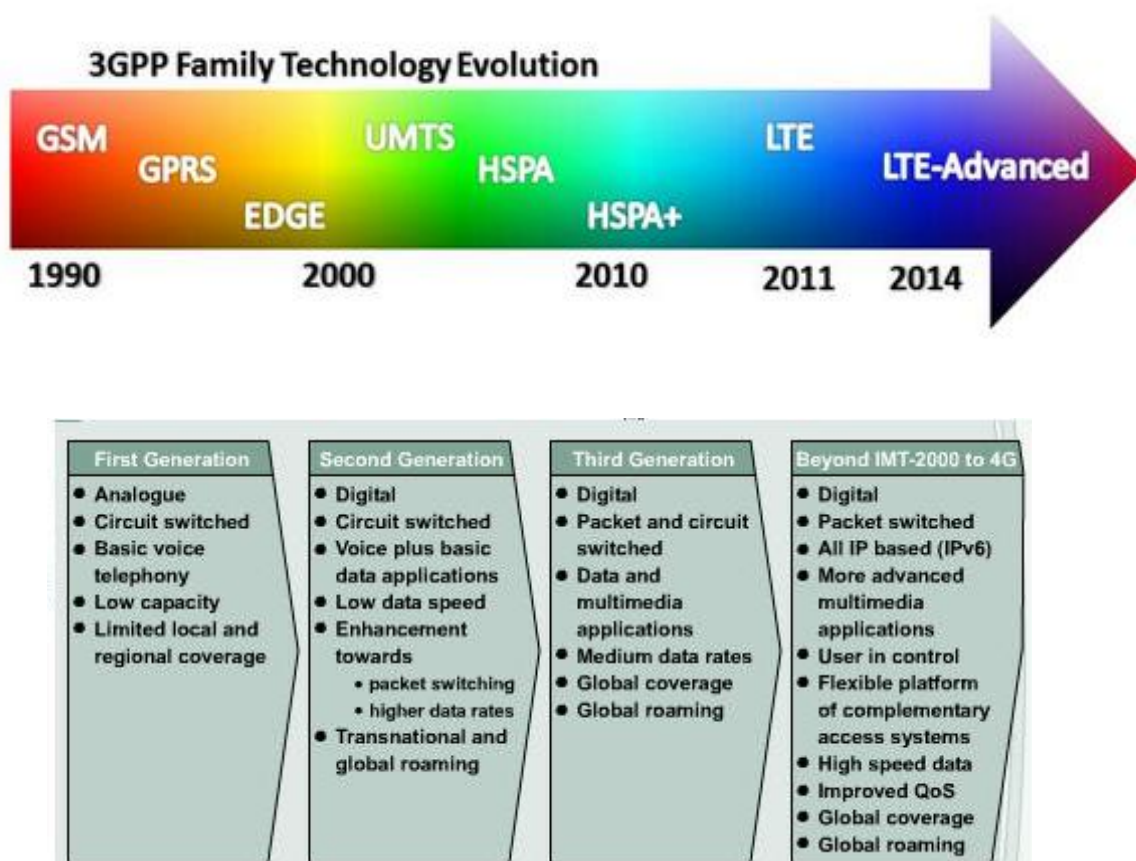
Aunque el 3G ya nos ofrece muchas ventajas en la telefonía móvil aún con esta tecnología estamos lejos de ponernos a la altura de la red fija, para acercarnos más a ella se investiga en el 4G y de ahí surge el LTE.

## **2.5. LTE**

La generación actual de telefonía móvil, 4G ha sido creada con el objetivo de proveer tasas de transmisión hasta unos 20Mbps mientras, simultáneamente, hace uso de las características de la Calidad de Servicio (QoS).

El despliegue de las redes 4G ayudará a mejorar la funcionalidad de las vídeo-conferencias. Se espera también que las redes 4G hagan entrega de mayores anchos de banda en móviles moviéndose a altas velocidades dentro del área de cobertura.

No hay que confundir LTE con 4G. Son diferentes conceptos técnicos: 4G es un término que se utiliza habitualmente para simbolizar 'cuarta generación', la idea de mejores y más rápidos equipos, etcétera. El LTE no llega a la velocidad marcada por el 4G. LTE es la evolución de 3G a 4G. El trabajo se centrará en el estándar LTE y se comenzará con su definición.



**Fig 5. 3GPP Evolution**

LTE (Long Term Evolution) es un nuevo estándar de la norma 3GPP. Definida para unos como una evolución de la norma 3GPP UMTS (3G) para otros un nuevo concepto de arquitectura evolutiva (4G). De hecho LTE será la clave para el despegue del Internet móvil.

Las mejoras a investigar son, por ejemplo, el aumento de la eficiencia, la reducción de los costes, la ampliación y mejora de los servicios ya prestados y una mayor integración con los protocolos ya existentes.

Como resumen de la evolución de las tecnologías podemos basarnos en este esquema:

### **2.5.1. Pasado, presente y futuro de las telecomunicaciones**

- 1G: Red celular analógica
  - Conmutación de circuitos
- 2G: Red celular digital (GSM)
  - Conmutación de circuitos
- 2,5 G: Red celular digital (GPRS)
  - Conmutación de paquetes
- 3G: Red celular digital UMTS
  - Conmutación de paquetes
- 4G: Red celular digital multimedia:
  - Todo por IP (VoIP )

## **3G. TERCERA GENERACIÓN**

---

### 3.3G - Tercera Generación

La tecnología 3G evoluciona del 2G ofreciendo como novedad la posibilidad de transferencia tanto de voz como de datos. Las dos generaciones anteriores, tanto 1G como 2G, tenían como principal objetivo la comunicación de voz, aunque se podía transmitir datos, lo hacían a baja velocidad y en pequeños volúmenes. Comienza a aparecer la tercera generación, la cual también se monta sobre una plataforma digital y además soluciona el problema del intercambio de grandes volúmenes de información a altas velocidades. La tecnología 3G fue enfocada a proporcionar transferencias multimedia rápidas y fáciles, además de permitir conectarse en todo momento y en cualquier lugar a Internet por medio del propio teléfono móvil con velocidades hasta siete veces mayores que una conexión telefónica inalámbrica estándar.

Como todas las implantaciones que suponen tantos cambios o tantas inversiones la instalación de redes 3G fue lenta. Podemos parar a pensar que por que esta lentitud en algo que sin duda cambiará el mundo de las telecomunicaciones, pues la respuesta es bien sencilla, los operadores requerían de ciertas licencias adicionales para el uso del espectro de frecuencias diferentes a las usadas en 2G.

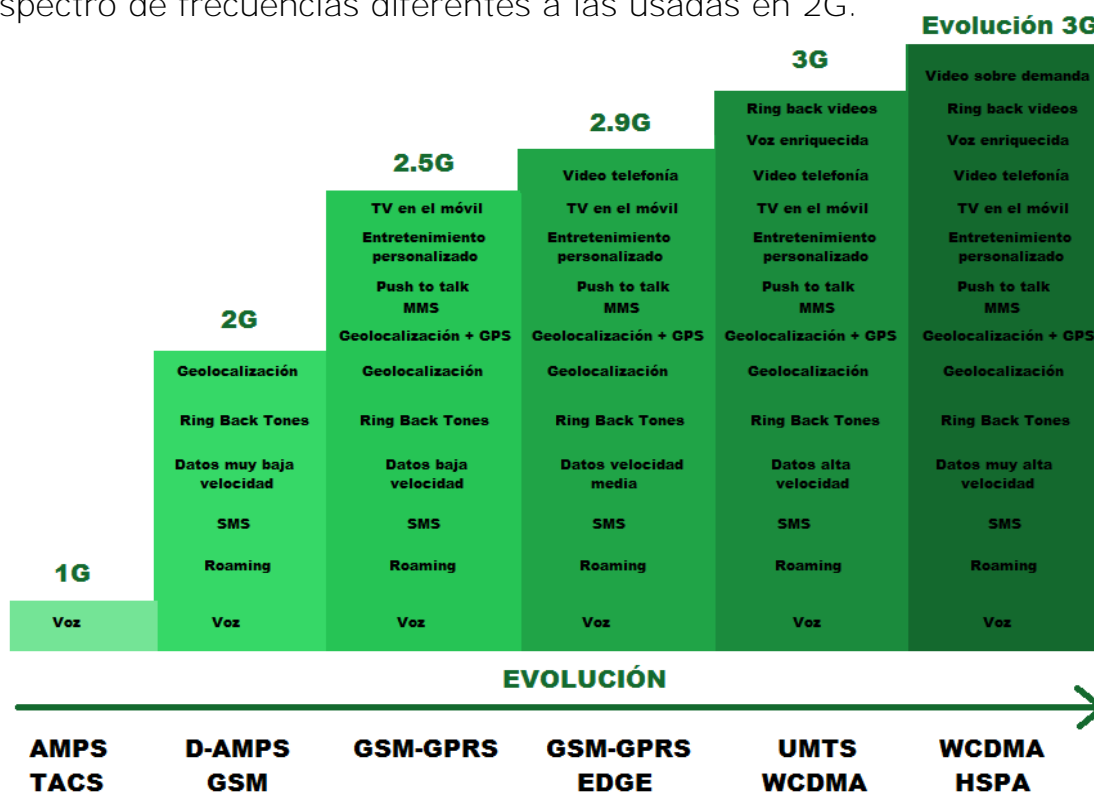


Fig 6. Evolución Servicio



### 3.1. 3GPP

3d Generation Partnership Project, más conocido como 3GPP es una colaboración de grupos de asociaciones de telecomunicaciones. Se creó para conducir la preparación y mantenimiento de una gama completa de especificaciones técnicas aplicables para un sistema móvil 3G basado en las redes GSM centrales evolucionadas.

Los sistemas 3GPP se encuentran desplegados por la mayoría del territorio donde el mercado GSM esta establecido. Mayormente encontramos sistemas de Versión 6, pero desde 2010, con el mercado de smartphones creciendo de forma exponencial, el interés por los sistemas HSPA+ y LTE está impulsando a las compañías a adoptar sistemas Versión 7 y más avanzados. Desde 2005, los sistemas 3GPP están siendo desarrollados en los mismos mercados que los sistemas 3GPP2 de tecnología CDMA. Eventualmente los estándares 3GPP2 desaparecerán dejando a los 3GPP como únicos estándares de tecnología móvil.



Fig 7. Símbolo 3GPP

### 3.2. Definición de 3G

Las tecnologías de 3G son la respuesta a la especificación IMT-2000 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Este estándar o especificación (IMT-2000) se desarrolló mediante un sistema móvil llamado UMTS (Universal Mobile Telephone System) que está basado en la tecnología W-CDMA, los cuales más tarde se definirán, así como la evolución del 3G. UMTS está gestionado por la organización 3GPP, también responsable de GSM, GPRS y EDGE, de la cuál ya hemos hablado anteriormente. Los servicios asociados con la tercera generación proporcionan la posibilidad para transferir tanto voz y datos (una llamada telefónica) y datos no-voz (como la descarga de programas, intercambio de correo-e, y mensajería instantánea). 3G utiliza CDMA para compartir el espectro entre los usuarios.

La primera publicación del sistema UMTS estuvo disponible en 1999 conocida como Release 99. En ella se especifican dos modos de operación en cuanto al acceso radio: el modo FDD empleando la técnica de acceso W-CDMA (Wideband CDMA), donde el canal físico lo define un código y una frecuencia, y el modo TDD (Time Division Duplex) empleando la técnica de acceso TD-CDMA (Time Division-CDMA), donde el canal físico lo define un código, una frecuencia y un time slot. El uso de la tecnología CDMA implica un cambio en la arquitectura de red de acceso radio GSM/GPRS/EDGE permitiendo la posibilidad de emplear un reuso frecuencial de factor 1, siempre que se tengan controladas las interferencias intercelulares, para lograr de esta manera una gran eficiencia espectral.

Las mejoras más importantes de las características del acceso radio UMTS se describen en la Release 5 con la adición de HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) y en la Release 6 con HSUPA (High Speed Uplink Packet Access) que juntas se conocen como HSPA (High Speed Packet Access).

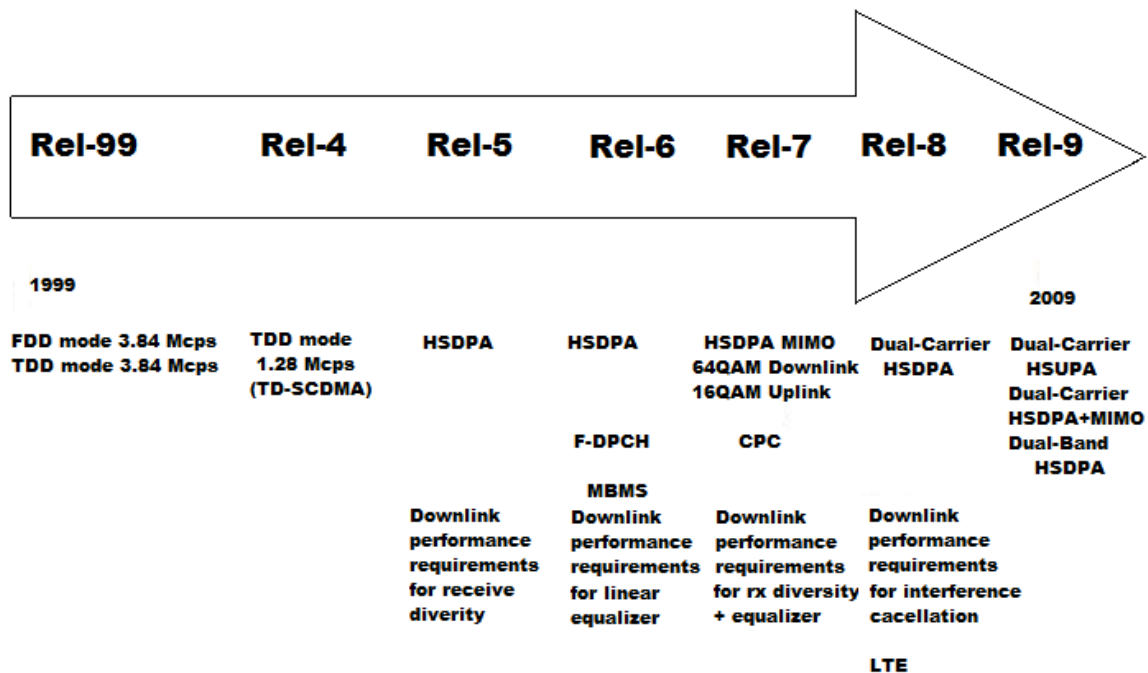


Fig 8. Releases UMTS

La tecnología 3G, por lo tanto, se puede definir como un servicio de comunicaciones inalámbricas que permite estar conectado de forma permanente a Internet a través del propio teléfono móvil, del ordenador de bolsillo o del portátil. Esta tecnología proporciona mayor fiabilidad y calidad y como se ha nombrado anteriormente una mayor velocidad de datos y un ancho de banda superior.

### 3.3. Servicios del 3G

Son un conjunto de actividades que buscan satisfacer las necesidades del usuario. Para garantizar los servicios y su calidad, es necesario llevar actividades a nivel de la capa 1 y 2 del modelo OSI (niveles físico y de enlace).



**Fig 9. Pila OSI**

En estos niveles se garantizan los siguientes aspectos:

- QoS: calidad de servicio, es la encargada de garantizar la calidad de servicio, es decir, de proporcionar una transmisión de cierta cantidad de información en un tiempo dado, donde se define con claridad el control de tráfico que se transmite, control de admisión, etc. Todo el control se realiza de extremo a extremo.
- RAB: servicio portador de acceso a radiofrecuencia, es la encargada de evaluar que clase de tráfico se está transmitiendo, la velocidad máxima de transferencia en una transmisión, así

mismo la velocidad garantizada para dicha transmisión, la tasa de error (BER), el retardo entre otros factores. El servicio de portador lo conforman el acceso a radio (mediante radioenlace) y el núcleo de la red (Fibra Óptica).

- Servicios portadores basados en conmutación de circuitos: constan de servicios de información no restringida que permite transferir un patrón digital de bits sobre un canal digital, en servicios de audio de 3.1 KHz usada para la interconexión PSTN y RDSI, se caracteriza por: conexión bajo demanda, simétrica, modo por circuitos y punto a punto.
- Servicios portadores basados en conmutación de paquetes: es un servicio que se basa en IP (cabeceras y enrutamiento), que permite multicast (punto-punto, punto-multipunto, multipunto-multipunto), es asimétrica.

A nivel de usuario los servicios de los que se dispone son algunos como:

- Videollamada
- Videoconferencia
- Canal TV Móvil 3G
- Descarga de programas, videos, música o películas

El boom de las redes 3G se consolidó con la comercialización de dispositivos que usaban esta tecnología como el Iphone3 el cual nos daba la capacidad de disponer de todos los servicios anteriormente nombrados y de aspirar en un futuro próximo a mayores velocidades y más servicios.

### iPhone 3G S 32 GB

#### Specifications

3.0 megapixel camera with autofocus	256 RAM
Video	600 MHZ processor
Compass features	HSDPA 7.2 MBit / s
32 GB storage capacity	Wi-Fi
Multi-touch widescreen display	Bluetooth



Fig 10. Iphone 3G

Actualmente el Iphone3 ha quedado obsoleto ya que tras un Iphone4 ha salido a la venta recientemente el Iphone5.

Dicho móvil se conecta a más redes en todo el mundo, incluyendo las más avanzadas como HSPA, HSPA+ y DC-HSDPA. Además, gracias a la conexión inalámbrica 802.11n de doble banda, la conexión Wi-Fi podría llegar hasta 150 Mb/s.

Este dispositivo permite la conexión a la tecnología LTE en ciertos países ya que en otros aún no está desplegada como es España. Países como Reino Unido o EEUU ya disponen de esta nueva tecnología de la que más adelante se hablará.

### 3.4. Gestión de tráfico en 3G

¿Cómo funciona internamente el intercambio de tráfico en una red 3G?

Aquí en este apartado se intentará responder a esta pregunta, entendiendo además los interfaces que hay entre los distintos elementos de la red.

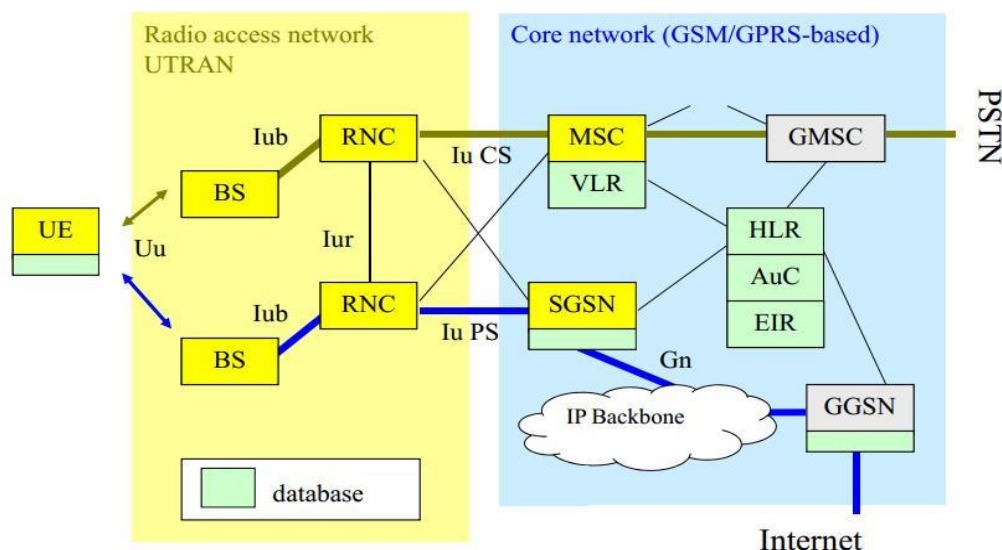


Fig 11. Arquitectura red 3G

UMTS, planteó importantes innovaciones con respecto a la arquitectura de red. UMTS R'99 definió una arquitectura que da cabida a redes de acceso GSM y la red de acceso UMTS (UTRAN), y propone una red central (CN, Core Network) diseñada como una evolución de la red GSM/GPRS para facilitar la migración de redes GSM/GPRS a UMTS.

Un sistema UMTS se compone de tres grandes bloques:

1. Red central o núcleo de la red (Core Network , CN)
2. Red de acceso de radio ( Radio Access Network, UTRAN O RAN)
3. Dispositivos móviles o UE ( User Equipment)

Una vez que conocemos de qué se compone, se dispondrá a caracterizar cada uno de estos bloques.

### **3.4.1. CN (Core Network)**

CN está compuesta por varios elementos como MSC (Mobile Switching Centre), que es una pieza central en una red basada en conmutación de circuitos. La MSC realiza todas las funciones de señalización y conmutación requeridas para el manejo de servicios CS (Circuit Switching) hacia y desde las MS (Mobile Station) localizadas en una determinada área geográfica. También podemos encontrar el SGSN (Serving GPRS Support Node), que es la pieza central de una red basada en conmutación de paquetes, el cuál realiza funciones de seguridad y control de acceso. CN y RAN están conectados a través del interfaz Iu, lo que permite que ambas puedan estar basadas en diferentes topologías.

La CN incluye un dominio con conmutación de circuitos (CS) y un dominio con conmutación de paquetes (PS). Hay algunos componentes de red compartidos por ambos dominios.

### **3.4.2. RAN ( Radio Access Network)**

RAN o UTRAN permite a los equipos de usuario acceder al núcleo de red de UMTS. El sistema UTRAN ha sido desarrollado para alcanzar altas velocidades de transmisión. Nuevos tipos de transferencia de datos y algoritmos ayudan a alcanzar esta velocidad.

En UTRAN, el acceso al núcleo de red de UMTS se realiza vía radio, a través de una serie de elementos de red interconectados entre sí y con el núcleo de red mediante interfaces de transporte terrestres. La interfaz **Uu** se encuentra entre el UE (User Equipment o dispositivos) y la red UTRAN. La interfaz entre el UE y la red UTRAN es la tecnología WCDMA, es decir, la conexión entre el equipo de usuario y la red de acceso de radio para UMTS es mediante la tecnología WCDMA. Además del acceso radio mediante UTRAN, UMTS permite también la utilización de una red de acceso radio vía satélite.

La red UTRAN consiste en varios elementos, entre los que se encuentran los RNC (Radio Network Controller) que se encarga de controlar la red de acceso radio y los NodoB que son las estaciones base donde se sitúan las antenas y los elementos de transmisión de radio. Ambos elementos juntos forman el RNS (Radio Network Subsystem), un conjunto de subsistemas de radio, el cual es el modo de comunicación de la red UMTS. Las interfaces internas de UTRAN incluyen la interfaz **IuB** la cual se encuentra entre el NodoB y la RNC y la interfaz **Iur** que conecta a las RNC entre sí.

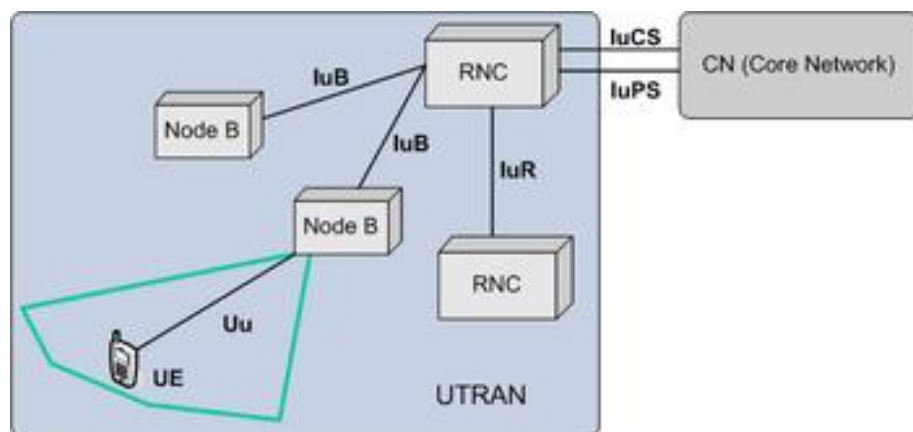


Fig 12. Arquitectura RAN-UE

### 3.4.3. UE (User Equipment)

El equipo del usuario (UE) es el dispositivo utilizado directamente por un usuario final para comunicarse. Puede ser un teléfono móvil, un ordenador portátil equipado con una banda ancha, o cualquier otro dispositivo. Se conecta a la base de la estación de NodoB. El UE puede incluir una tarjeta inteligente extraíble que puede usarse en diferentes tipos de terminales. El dominio de Equipo de Usuario se divide en: el

dominio de Equipo Móvil (ME, Mobile Equipment) y el dominio del Modulo de Identidad de Servicios de Usuario (USIM, User Services Identity Module)

UE maneja las siguientes tareas hacia el núcleo de la red:

- Gestión de la movilidad
- Gestión de sesiones
- Gestión de la identidad

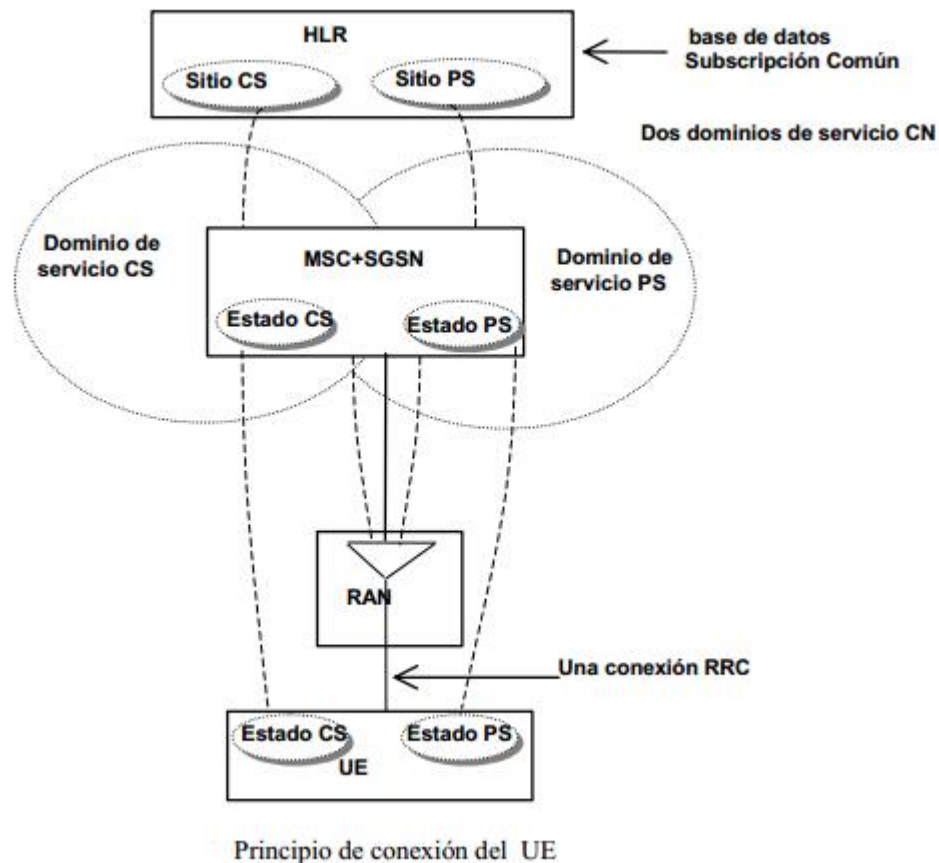


Fig 13. Principio conexión UE

### 3.5. Recursos del 3G

Se dice que los usuarios de GPRS y 3G están "siempre conectados", dado que con estos métodos de conexión tienen acceso permanente a Internet. Los ejecutivos que se encuentran de viaje pueden acceder al correo electrónico de la empresa, de igual modo que



puede hacerlo un empleado de ventas, que también puede consultar el inventario. Con esta tecnología se puede automatizar la casa o la oficina con dispositivos GPRS y 3G o incluso supervisar las inversiones.

Las principales diferencias entre el 3G con las anteriores tecnologías como el 2G son entre otras:

GPRS: 2G -> Permite velocidades de transferencia de 56 a 114 kbps. Permite navegar por wap, envío de sms y llamadas

UMTS: 3G -> 384 kbit/s en espacios abiertos de extrarradios y 7.2 Mbit/s con baja movilidad (interior de edificios). Con ese aumento de ancho de banda se amplían los servicios posibles en un dispositivo móvil: Streaming, Videollamada, navegación completa, MMS, etc.

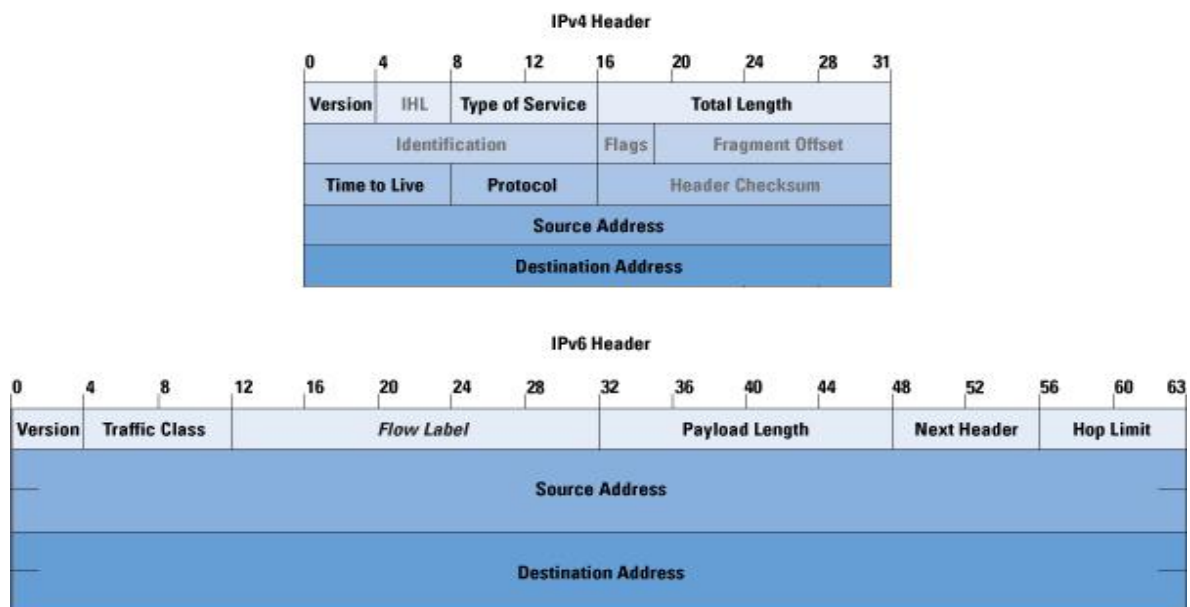
### **3.6. Direccionamiento IP – Futuro IPv6**

La gran demanda tanto en redes fijas como en móviles en 3G hace que el protocolo IP versión 4 (IPv4) no sea capaz de soportar este aumento de usuarios, ya que este incremento se traduce en una excesiva demanda de direcciones IP, necesarias tanto para ordenadores personales, teléfonos móviles como para expendedoras de bebidas, electrodomésticos del hogar, etc.

Para resolver éste y otros problemas relacionados con la calidad de servicio y la seguridad, se ha desarrollado una nueva versión de IP, la versión seis (IPv6), la cual tiene un espacio expandido de 128 bits para direcciones (IPv4 sólo tiene 32 bits), ofreciendo así una cantidad virtualmente inagotable de direcciones IP; como curiosidad, se ha llegado a decir que con IPv6 incluso cada grano de arena de la Tierra podría tener su propia dirección IP. Además de esto, IPv6 provee otras ventajas importantes, entre ellas, soporte para más tipos de arquitectura de red, mejor seguridad e integridad de los datos, configuración automática, servicios de Internet móvil, multidifusión de datos, calidad de servicio (QoS) integrada y un enrutamiento de red más mucho eficiente.

Las ventajas de IPv6, que es compatible con IPv4, son ampliamente reconocidas por la industria, por lo que se está empezando a introducir en los distintos sistemas (los fabricantes más grandes de equipos de telecomunicaciones, como Cisco, Ericsson, Nortel, etc.,

incluyen soporte para IPv6 en sus productos). La IETF (Internet Engineering Task Force) ha estandarizado IPv6 con un conjunto básico de recomendaciones finalizadas en 1998 (el trabajo empezó mucho antes, en 1993), que ya está listo para ser empleado y el Proyecto de Asociación para la 3G (3GPP/3G Partnership Project) ha especificado IPv6 como el protocolo IP obligatorio en la prestación de servicios multimedia en redes de telefonía móvil, ya que no hay suficientes direcciones públicas IPv4 disponibles para todos los terminales móviles (PDA's, Teléfonos GPRS/WAP, módulos, etc.) conectados a Internet.



**Fig 14. IPv6 Header**

¿Por qué usar IPv6 en terminales 3G?

- Se necesitan más direcciones IP
- Se necesita seguridad extremo a extremo
- Se necesita movilidad entre 3G y las otras tecnologías
- Mejorar QoS

¿Cuándo será una realidad?

El 6 de junio de este año fue elegido por la Internet Society (ISOC) y otras organizaciones como el Lanzamiento mundial de IPv6 (World IPv6 Launch). Ese día muchas empresas y organizaciones del mundo entero habilitaron las operaciones en sus portales con el protocolo IPv6 de manera definitiva, sin dejar de hacerlo como hasta ahora con IPv4.

Pero a pesar del agotamiento de las direcciones IPv4, la adopción de IPv6 se está llevando a cabo a un ritmo muy lento en todo el mundo. Desde el World IPv6 Launch, los grandes proveedores de contenido disponen de IPv6 en sus servicios, pero los ISP que ofrecen acceso a Internet a los usuarios residenciales aún no se han adaptado, por lo que el tráfico es escaso. En España, varios operadores están realizando pruebas. Muchas páginas españolas ya son accesibles vía IPv6 como [www.elmundo.es](http://www.elmundo.es) o [www.tid.es](http://www.tid.es), aunque mientras se cuente con IPv4 para las compañías seguirá siendo más cómodo que el cambio a IPv6.

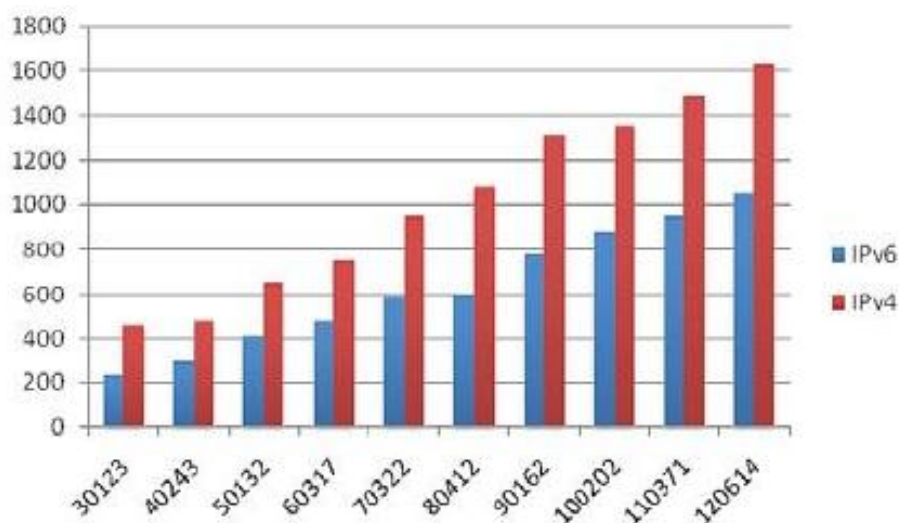


Fig 15. Tiempos de llamada vs Paquetes IPv4 e IPv6.

### 3.7. Evolución del 3G

Cuando uno comienza a leer sobre las tecnologías y los protocolos **de datos se da cuenta que todo es más "dinámico"** de lo que parece y la diferencia entre generación y generación no es gigantesca, por el contrario, muchas veces existen protocolos o estándares **"puente" entre generación y generación** a los que se los nombra con número decimal, a modo de evolución, como 2.5G o 3.5G.

### 3.7.1. ¿Qué es UMTS?

Anteriormente se ha hablado brevemente de que es UMTS pero ahora se va a profundizar técnicamente sobre este estándar y sobre la evolución que ha sufrido el 3G hasta llegar a LTE.

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) es el estándar que se emplea en la llamada tercera generación de telefonía móvil, que permite disponer de banda ancha en telefonía móvil y transmitir un volumen de datos importante por la red

### 3.7.2. ¿Por qué se creo UMTS?

- Dinero (negocio con futuro)
- Amplio horizonte de servicios, lo que deriva en ingresos
- Grandes inversores con gran capital y mucha tecnología

### 3.7.3. Características UMTS

<b>Utiliza W-CDMA y emplea un ancho de banda de canal de 5 MHz</b>
Capacidad de transportar 100 llamadas de voz simultáneas o llevar datos a velocidades de hasta 2 Mbps.
Con las últimas tecnologías (HSDPA y HSUPA) han permitido velocidades de transmisión de datos de hasta 14.4 Mbps.

**Fig 16. Características UMTS**

Como vemos en el cuadro, UMTS utiliza W-CDMA. Anteriormente se describió W-CDMA como un modo de operación en cuanto al acceso de radio pero definámoslo un poco más para que la idea quede clara.

### 3.7.4. ¿Qué es W-CDMA?

W-CDMA es una parte del sistema UMTS, es decir, es sólo la interfaz aérea de UMTS o por llamarlo de otra manera es una parte de la interfaz de radio de UMTS. W-CDMA se basa en un protocolo formado por varias capas, cada una con diferentes funciones y servicios, con interfaces para comunicarse entre ellas y con una serie de procesos para

conseguir la comunicación entre móviles (tanto voz como datos) en una red móvil de tercera generación.

La clave de las propiedades en W-CDMA es mejorar ciertas funciones en sistemas de segunda generación como por ejemplo:

- Mejorar la capacidad (frecuencia extra)
- Mejorar la cobertura
- Alto grado de servicios flexibles
- Alto grado de flexibilidad de operación
- Rápido control de potencia en el downlink
- Soporte flexible de nuevos servicios multimedia

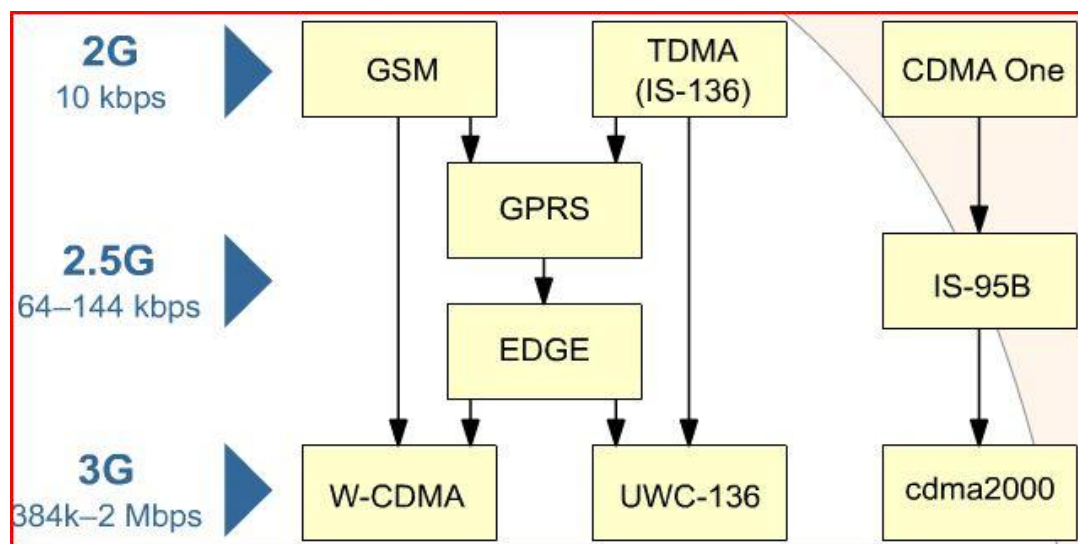


Fig 17. Evolución downlink

### 3.7.5. Introducción a HSDPA

Antes de la introducción de HSDPA, W-CDMA sólo era capaz de alcanzar velocidades de hasta 384 kbps. Aunque esto podría ser suficiente para la mayoría de los servicios, la gente siempre quiere velocidades más rápidas, especialmente cuando se navega por Internet o se descargan archivos. HSDPA permite velocidades superiores a 384 kbps, el más notable es a 3,6 Mbps y 7,2 Mbps. En verdad, HSDPA es capaz de alcanzar velocidades mucho más altas, dependiendo del tipo de modulación que se utiliza, incluso podría llegar a un máximo teórico de 84Mbps.

Aparte de aumentar la velocidad de datos existente proporcionada por WCDMA , HSDPA también mejoró la latencia, o el tiempo que tarda entre el momento en que se coloca la petición y el momento en que se recibe la información solicitada.

Veamos explicada la evolución con las características de cada versión:

### **3G**

- En una red 3G es posible hablar y transmitir datos simultáneamente
- Permite internet, tv móvil y videollamadas
- Alcanza velocidades de transmisión de datos hasta **2 mb/s**
- Tecnología de transmisión de datos: W-CDMA

### **3.5G**

- Es básicamente 3G potenciado
- Alcanza velocidades de transmisión (teóricas) de hasta **14.4 mb/s aproximadamente**
- Tecnología de transmisión de datos: HSDPA
- Casi todas las redes 3G son redes 3.5G

### **3.75G**

- 3.5G potenciado (también conocido como 3.9G)
- Tecnología de transmisión de datos: HSUPA

HSPA mejora los servicios de paquetes de datos introduciendo mayores velocidades y menores retardos, manteniendo al mismo tiempo una buena cobertura y una gran capacidad en el sistema. Para lograr esto, HSPA introduce nuevos esquemas de modulación de mayor nivel, control de potencia rápido, fast scheduling y mecanismos de retransmisión híbrida HARQ con redundancia incremental. De esta manera se logran velocidades de hasta 14.4 Mbps en HSDPA y 5.7 Mbps en HSUPA.

### 3.8. Del 3G al 4G. La evolución hacia LTE

El primer estándar de banda ancha móvil llegó con UMTS en 2001; nacía el 3G. Desde entonces se ha experimentado un crecimiento exponencial en el número de usuarios que demandan servicios de Internet en sus dispositivos móviles. Pero la capacidad de la red era insuficiente para cubrir las necesidades de los distintos servicios que aparecían. Fue entonces en 2007 cuando apareció el 3,5G con los nuevos estándares HSPA con los actualmente conviven la mayoría de los dispositivos móviles hoy en día.

Por ponerlos en perspectiva: para bajar una canción de 5 MB, con UMTS tardaríamos 20 segundos y con HSPA 3 segundos, mientras que con LTE y LTE-Advanced la tendríamos inmediatamente. Si en cambio bajamos una película de 700 MB, con UMTS tendríamos que esperar 50 minutos, con HSPA 7 minutos, con LTE unos 20 segundos y con LTE-Advanced 6 segundos.

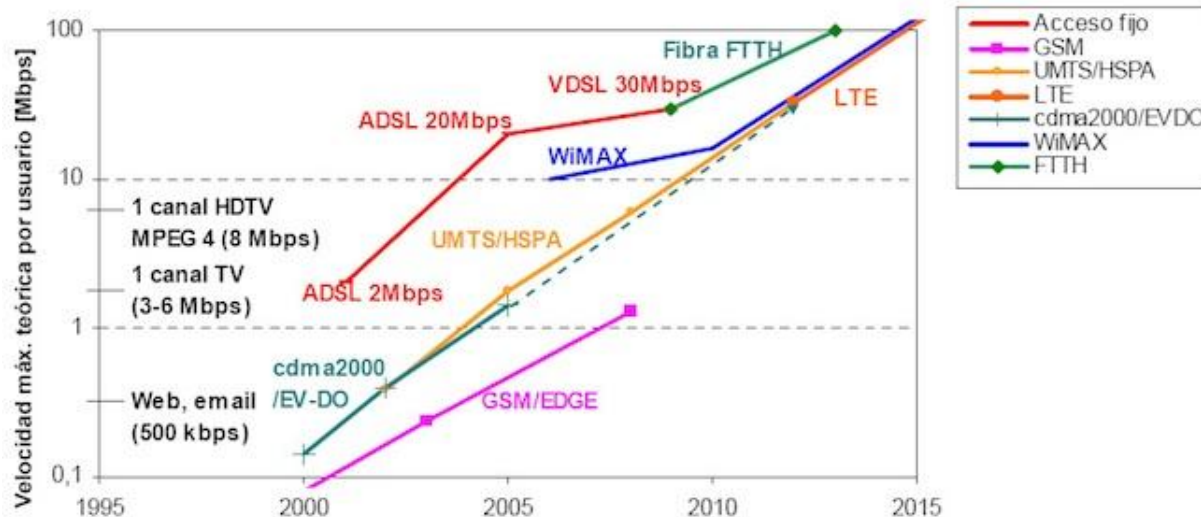


Fig 18. Evolución downlink

Alta velocidad de navegación, descarga de multimedia, juegos, Internet televisión, estos son los nuevos retos de las empresas de tecnología móvil, el desarrollo de las redes móviles actuales.

### **3.9. Evolución de la tecnología móvil**

Partiendo de que la telefonía móvil está basada en el conjunto compuesto por una red de telecomunicación y por los terminales vamos a intentar comprender el porqué de la evolución de la red móvil.

Como ya se ha comentado, el mundo de la tecnología está en continuo movimiento. Cada vez el usuario exige más y más rápido. Para hacer frente a estos nuevos requisitos o exigencias hay que mejorar la red, lo que provoca a su vez la actualización de los dispositivos de telefonía móvil.

La exigencia de los usuarios es comprensible; ellos invierten en tecnología y la tecnología tiene que responder con más oferta y con mejores características en los productos. No sólo son los usuarios los que demandan mejoras sino los propios fabricantes u operadores los que piden reducir la complejidad sin reducir la calidad. Para cubrir estas exigencias, tanto las actuales como otras pasadas, nacen las nuevas tecnologías, en este caso LTE.

LTE nació para cubrir principalmente las siguientes necesidades:

- Los usuarios quieren una conexión de datos que descargue y suba a más velocidad.
- Los fabricantes y operadores quieren un estándar menos complejo y que reduzca los costes.
- Hay que asegurar la competitividad del 3G en el futuro frente, por ejemplo, a WiMAX.

La generación actual de telefonía móvil, 4G ha sido creada como ya se ha comentado con el objetivo de proveer tasas de transmisión hasta unos 20Mbps mientras, simultáneamente, hace uso de las características de la Calidad de Servicio (QoS). El QoS permitirá tanto al usuario como al proveedor de servicio priorizar el tráfico de datos dependiendo del tipo de aplicación que esté utilizando su ancho de banda, ajustando las necesidades dependiendo del momento.

Ahora se está empezando a ver el potencial del 4G. El despliegue de las redes 4G ayudará a mejorar la funcionalidad de las vídeo-conferencias. Se espera también que las redes 4G hagan entrega de



mayores ancho de banda en vehículos o móviles moviéndose a altas velocidades dentro del área de cobertura.

Hay que tener en cuenta que lo que se vende actualmente como 4G no está cumpliendo realmente con el estándar de 4G (esto es porque debe cumplir con los requisitos de IMT-Advanced), son realmente pre-estándares, a muchos se les identifica como redes 3.9G. Actualmente muchas compañías ya venden sus servicios como 4G, pero realmente el estándar de 4G debe cumplir con velocidad en móviles de 100Mbps, y en usuarios estacionarios de 1Gbps, así que a partir de ahora se hablará correctamente de esta nueva tecnología como LTE, no como 4G.

Una vez que se ha puesto al tanto de la nueva tecnología se explicará detalladamente cómo ha sido la transición de 3G a LTE, caracterizando además cada una de estas dos tecnologías.

## **4G . LTE (LONG TERM EVOLUTION)**

---

## 4.4G

En pleno auge tecnológico donde las redes de telecomunicaciones tienen una presencia e importancia indiscutible, el desarrollo de dispositivos de comunicación cada vez más sofisticados requiere de una tecnología de red evolucionada capaz de adaptarse a las necesidades del consumidor.

Hoy en día la mayoría de los dispositivos conviven con la tecnología 2G, aún vigente, y el 3G que usan la práctica totalidad de los terminales del mercado que están preparados para acceder a Internet. Pero la proliferación de servicios de red que requieren de una mayor capacidad de conexión es cada día mayor y para ello ha sido diseñada la tecnología de red **LTE** (Long Term Evolution), de la cual se hablará a continuación.

### 4.1. ¿Qué es LTE?

LTE, o Long Term Evolution, es un estándar de comunicaciones móviles desarrollado por la 3GPP, la asociación que desarrolló y mantiene GSM y UMTS, y el siguiente paso en la evolución hacia las Redes de Cuarta Generación o 4G.

Su desarrollo trata de solventar las limitaciones de las redes móviles actuales de tercera generación, permitiendo mantener la competitividad de las redes futuras en la que se permita que los operadores UMTS empleen más espectro (hasta 20 Mhz.) y mejores velocidades de transferencia de datos.



El interfaz radio (nivel físico) del sistema LTE es algo completamente nuevo, así que LTE es una nueva generación respecto a UMTS (tercera generación o 3G) y a su vez GSM (segunda generación o 2G). No obstante, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) no considera que LTE sea 4G y ya se verá por qué.

LTE nació para cubrir principalmente las siguientes necesidades:

- **Rendimiento y capacidad:** Uno de los requisitos de LTE es ofrecer velocidades de descarga de al menos 100Mbps, pudiendo llegar a velocidades de más de 300Mbps.
- **Simplicidad:** Los fabricantes y operadores quieren un estándar menos complejo y que reduzca los costes.
- **Latencia:** La latencia en LTE es menor que en 3G consiguiéndose así una gran ventaja en los servicios interactivos como, por ejemplo, juegos multijugador, comunicaciones multimedia.
- **Amplio abanico de dispositivos:** Todos los modems LTE, teléfonos móviles, ultrabooks, tablets, etc, incorporarán módulos de comunicación LTE embebidos.
- **Competitividad:** Hay que asegurar la competitividad del 3G en el futuro frente, por ejemplo, a WiMAX.
- **"All-IP":** Red basada en IP.

En la siguiente figura podemos ver la evolución de las redes de comunicaciones desde el 2G hasta la actualidad:

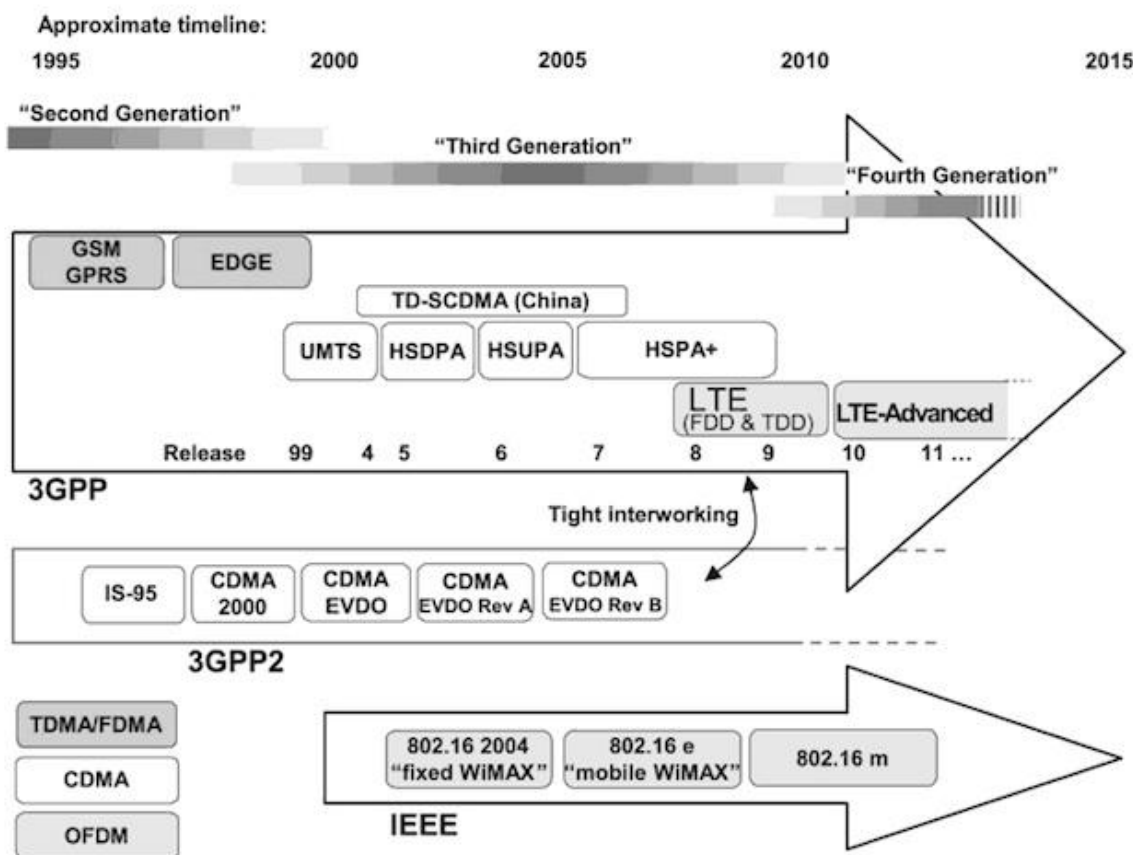


Fig 19. Evolución 2G-LTE

El primer servicio público de LTE se desplegó en Estocolmo y Oslo el 14 de diciembre de 2009. En España se calcula que la extensión masiva de LTE en nuestro país se producirá en 2015.

## 4.2. Características de LTE

LTE posee una serie de características que permiten la explotación de las condiciones instantáneas del canal radio de una forma extremadamente eficiente. El resultado es un incremento importante de la capacidad del sistema optimizando la potencia necesaria.

Las principales características de LTE son:

- **Utilización de OFDMA** (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access*) en el enlace descendente. Se trata de un sistema multiportadora, en el que la señal original de tasa binaria  $R$  se transmite multiplexada en  $N$  flujos paralelos de datos de tasa  $R/N$ , cada uno de los cuales se modula con una frecuencia diferente o subportadora. Estas subportadoras se escogen de forma que sean ortogonales entre sí; es decir, que no se interfieran. Para ello, es necesario que durante el periodo de duración del símbolo en todas las subportadoras en las que se ha dividido la señal original, se transmita un número entero de ciclos. De esta forma se minimiza el ancho de banda utilizado sin generar interferencia entre subportadoras. En el dominio de la frecuencia, la señal tiene un aspecto como el que se representa en la siguiente figura, en el que la señal se transmite a través de ocho subportadoras.

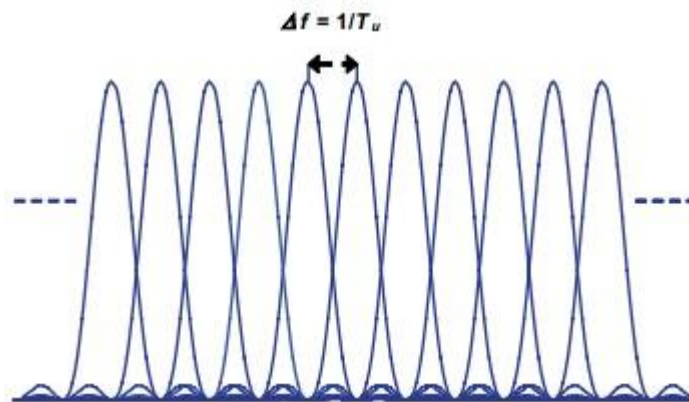


Fig 20. Dominio frecuencia OFDMA

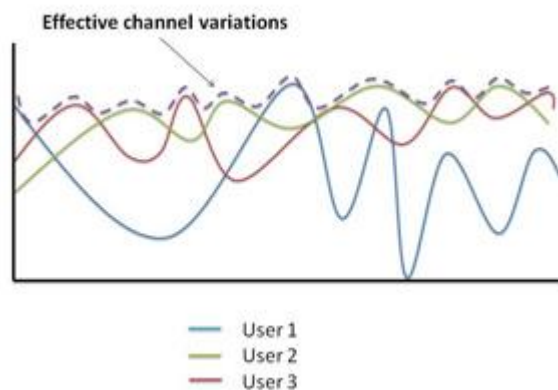
- **Utilización de SC-FDMA** (*Single-Carrier OFDMA*) en el enlace ascendente. Una desventaja de OFDMA es la existencia de importantes variaciones de potencia en las señales de salida. Por ello es necesaria la utilización de amplificadores especialmente lineales, que poseen una baja eficiencia. El consumo de potencia es especialmente importante para el enlace ascendente por lo que se utiliza SC-FDMA, una alternativa más eficiente en términos de potencia que conserva la mayoría de las ventajas de OFDMA.

- **Flexibilidad del espectro.** Es una de las características clave de LTE. La existencia de distintos marcos regulatorios dependiendo de la zona geográfica de despliegue, así como la coexistencia con otros operadores u otros servicios y sistemas, hacen necesaria la flexibilidad en el ancho de banda usado dentro de la banda de despliegue.

Idealmente además cualquier ancho de banda puede ser utilizado dentro de esta banda (en pasos de 180 kHz correspondientes a la anchura de banda de un PRB). En LTE se definen unos anchos de banda nominales posibles de 1.4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz y 20 MHz.

LTE además es capaz de operar tanto en bandas pareadas (FDD) como no pareadas (TDD).

El sistema permite además un uso óptimo del espectro radioeléctrico por medio de técnicas de Asignación Dinámica del Espectro (*Dynamic Spectrum Assignment, DSA*). Básicamente el sistema es capaz, en función de las condiciones del canal en cada bloque de frecuencia e instante de tiempo, de seleccionar los usuarios en mejores condiciones.



**Fig 21. Asignación dinámica de canales**

- La utilización de múltiples antenas. Los beneficios del uso de este tipo de técnicas son muy variados:
  - Protección adicional a los desvanecimientos del canal radio por medio de técnicas de diversidad espacial o diversidad de polarización.
  - Posibilidad de "moldear" los diagramas de radiación resultantes en transmisión y recepción consiguiendo, por ejemplo, aumentar

la ganancia en una dirección deseada, cancelar alguna interferencia, etc.

- Obtención de muy altas tasas de datos mediante la utilización de múltiples canales en paralelo (multiplexación espacial), también denominadas técnicas MIMO (*Multiple Input - Multiple Output*).
- Control de potencia en el enlace ascendente. Consiguiendo mejorar la capacidad del sistema y reducir el consumo de potencia.
- Coordinación de interferencia intercelular (*Inter-cell interference coordination, ICIC*). LTE permite la coordinación entre las distintas estaciones base con el objetivo de identificar que usuarios se encuentran en el centro o en el borde de la celda. La utilización de diferentes esquemas de reutilización de frecuencias permite reducir la interferencia intercelular.

### 4.3. ¿Qué es 4G?

En 2008, la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones) estableció los requisitos para la cuarta generación de estándares de telecomunicaciones móviles: los sistemas IMT-Advanced o simplemente 4G. Los principales requisitos para un estándar 4G son:

- Que esté basado en un **modelo de red "all-IP"** que utilice únicamente conmutación de paquetes.
- Que alcance tasas de pico de 1 Gbps en movilidad de baja velocidad (usuario quieto o a pie) y de 100 Mbps en movilidad de alta velocidad (**trenes, coches...**).
- Que alcance picos de eficiencia espectral de enlace de 15 bits/Hz en bajada y 6,75 bits/Hz en subida (es decir, que podamos descargar a 1 Gbps con un ancho de banda de menos de 67 MHz).

Dicho de otra forma: las redes 4G están optimizadas para un mundo en que las comunicaciones son casi todas sobre IP, nos permiten descargas mucho más rápidas y también aprovechan extremadamente bien el espectro radioeléctrico.

LTE puede alcanzar velocidades máximas de algo más de 300 Mbps con 4x4 antenas y un ancho de banda de 20MHz. Por tanto, no cumple los requisitos de la ITU. LTE no se considera un estándar 4G. Se dice que LTE es **3,9G o "casi-4G"**.



A día de hoy, las únicas dos tecnologías aprobadas por la ITU como estándar 4G son LTE-Advanced y WiMAX 2. Como imaginaréis, el primero está siendo desarrollado por la 3GPP y el otro (oficialmente IEEE 802.16m) por el IEEE. Son los sucesores de LTE y WiMAX.

#### 4.4. De LTE a LTE-Advanced

LTE-Advanced o LTE-Avanzado es la décima versión del estándar de la 3GPP. Básicamente es una mejora de LTE para que cumpla las especificaciones de IMT-Advanced y sea considerado un sistema de cuarta generación.

No todas las ventajas serán para el usuario, con LTE-Advanced los operadores podrán aprovechar mejor el espectro y servir a más usuarios en una misma célula.

#### 4.5. LTE-ADVANCED

LTE-avanzado fue diseñado específicamente para cumplir con los requerimientos de la ITU para IMT-avanzado y con los requerimientos de los operadores de redes GSM para la E-UTRA. Finalmente LTE-avanzado fue presentado ante la UIT en octubre de 2009 cumpliendo con los requerimientos establecidos por esta organización, y finalmente aceptado como la tecnología IMT-Avanzado en noviembre de 2010.

Requerimientos técnicos para LTE-Avanzado:

- **Velocidad pico de datos:** este parámetro deberá cumplir con 1Gbps para el canal descendente y 500 Mbps para el canal ascendente
- **Latencia:** es la suma de los retardos temporales dentro de una red, para un sistema LTE se manejan dos tipos de latencia: plano de usuario y plano de control.



Fig 22. Latencia LTE

- Latencia de plano de control:** La latencia en el plano de control toma en cuenta los retardos introducidos por la RAN (*Radio Access Network*) y por la CN (*Core Network*) y excluye las latencias sobre las interfaces que van entre la estación base eNB y la entidad de gestión de movilidad MME estando el sistema sin carga. Se debe lograr un tiempo de transición del modo idle (con direccionamiento IP asignado) al modo conectado menor a 50 ms incluyendo el establecimiento del plano de usuario. Así mismo el tiempo de transición desde un estado dormido a un estado activo debe ser menor a 10ms.
- Latencia del plano de usuario:** el retardo en el plano de usuario se define en términos del tiempo de tránsito desde que un paquete está disponible en la capa IP (ya sea el equipo de usuario UE o el nodo de borde de la RAN) hasta que este paquete está disponible en la capa IP del EU o el nodo de borde de la RAN, siendo el nodo de borde de la RAN el nodo que proporciona la interfaz RAN hacia el núcleo de la red. Se requiere obtener una latencia máxima de 5ms en el plano de usuario en condiciones sin carga, como por ejemplo, un paquete IP pequeño: 0 bytes de datos + cabecera IP.

**Capacidad de plano de usuario:** el sistema deberá ser capaz de soportar como mínimo 300 usuarios sin recepción discontinua DRX en un ancho de banda de 5 MHz.

**Eficiencia espectral de pico:** es la velocidad de datos más alta normalizada por el total del ancho de banda de la celda asumiendo condiciones libres de errores, cuando todos los recursos de radio disponibles para el enlace correspondiente (ascendente o descendente) son asignados a un solo EU. La eficiencia espectral de pico para un enlace descendente debe ser de 30 bps/Hz y para un enlace ascendente de 15 bps/Hz. Asumiendo que la configuración de antenas es 8x8 o menos para el enlace descendente o 4x4 o menos para el enlace ascendente.

- **Eficiencia espectral promedio:** se define como la tasa de transferencia efectiva (*throughput*) agregada de todos los usuarios por el ancho de banda total de la celda dividido por el número de celdas. Se mide en b / s / Hz / cell.

Configuración de antena		LTE-avanzado [bps/Hz/cell]
UL	1x2	1.2
	2x4	2.0
DL	2x2	2.4
	4x2	2.6
	4x4	3.7

Tabla 1. Eficiencia Promedio LTE

- **Transferencia efectiva (throughput) de usuario en el borde de la celda:** es definida como el 5% de la función distribución acumulada de la tasa de transferencia efectiva (*throughput*) de usuario normalizada con el ancho de banda total de la celda.

Configuración de antena		LTE-avanzado [bps/Hz/cell/user]
UL	1x2	0.04
	2x4	0.07
DL	2x2	0.07
	4x2	0.09
	4x4	0.12

Tabla 2. Transferencia Efectiva LTE

- **Capacidad VoIP:** El número de usuario de voz IP (*VoIP*), este requerimiento ya fue resuelto desde el lanzamiento 8 y cualquier combinación de antena cumple los requerimientos establecidos por la ITU.
- **Movilidad:** El sistema soportará movilidad entre redes celulares hasta 350 Km/h.

Velocidad	Movilidad	Calidad	Observaciones
0-15 Km/h	Baja movilidad	Optimizada	
15-120 Km/h	Alta movilidad	Soportada con alto rendimiento	
120-350 Km/h	Muy alta movilidad	Soporte funcional	Los efectos en los aplicativos a tiempo real no deben ser superiores a los de la GERAN cuando hay handover
350-500 Km/h		Bajo consideración	

Tabla 3. Movilidad LTE

- **Cobertura:** el sistema debe estar enfocado en cumplir los requerimientos de cada uno de los apartados anteriores de la siguiente manera:

Cobertura	Características
Por encima de 5 Km	Debe satisfacer al 100% cada uno de los requerimientos de diseño de LTE.
Por encima de 30 Km	Puede haber degradación en los anteriores requerimientos de diseño excepto en los de movilidad.
Por encima de 100 Km	No está tomado en cuenta en la especificación.

Tabla 4. Cobertura LTE

- **Flexibilidad del espectro:** LTE-avanzado debe estar en capacidad de operar en diferentes bandas de frecuencia y con diferentes tamaños, hasta 100 MHz, debe soportar FDD y TDD en bandas pareadas y no pareadas.
- **Escenarios de coexistencia:** LTE-avanzado está diseñado para mantener la coexistencia con diferentes tecnologías 3GPP:
  - Coexistencia y co-localización en la misma área geográfica con canales adyacentes GERAN/UTRA/E-UTRA.
  - Coexistencia y co-localización en la misma área geográfica entre operadores con canales adyacentes.
  - Coexistencia y/o solapamiento de espectro adyacente en las fronteras de los países.
  - Operación de la E-UTRA Rel-8 y la E-UTRA avanzada en el mismo espectro.
- **Escenarios de interoperabilidad:** LTE avanzado debe manejar *handover* con RAT anteriores.
- **Otras características:**
  - Reducir el CAPEX y OPEX en la red de retorno (*Backhaul*).
  - Reducir el consumo de potencia, la complejidad y el costo del sistema y de los dispositivos móviles debe ser razonable.
  - Convergencia. Eficiencia en el desempeño de varios tipos de servicios

## 4.6. Expectativas y plazos esperados en España para LTE

Como se comentó en el apartado 3.3, la tecnología LTE aún no está disponible en España.

En el mercado podemos encontrar dispositivos como el iPhone5 los cuales disponen de la capacidad de conexión a LTE pero sólo ciertos países privilegiados podrán hacer uso por ahora de esas altísimas velocidades de descarga que nos ofrece el LTE.

Por ejemplo, este dispositivo primero llegará a EEUU, Canadá, Francia, Reino Unido, Alemania, Australia y Japón. Todos ellos tienen redes 4G diferentes, por lo que el primer lanzamiento cubrirá las bandas 1, 3, 4, 5, 13, 17 y 25. Para ello su nuevo teléfono dispone de varios modelos idénticos

excepto por la banda LTE que cubre cada uno. Sin embargo, para la segunda tanda de países a los que llegará a finales de este mes de septiembre la situación es más complicada.

Entre los países de la segunda tanda se encuentran, además de España, Austria, Bélgica, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, Estonia, Finlandia, Hungría, Irlanda, Italia, Liechtenstein, Lituania, Luxemburgo, Noruega, Nueva Zelanda, Polonia, Portugal, Países Bajos, República Checa, Suecia y Suiza. No todos ellos disponen de redes LTE, España, por ejemplo.

En España, según la prensa, los operadores ya trabajan para adoptar LTE en los próximos meses y así conseguir mejorar la experiencia de internet en movilidad.

De una manera u otra, los cuatro operadores con red propia están sustituyendo las BTS por soluciones multitecnológicas que permiten utilizar sus frecuencias indistintamente para 2G, 3G y 4G, consiguiendo ser más eficientes y rápidos en el despliegue de las redes de alta velocidad.

Para el despliegue, los operadores seguirán utilizando las frecuencias más altas como la de 2.1 GHz para dar cobertura 3G en grandes núcleos de población ya que ofrece mas capacidad de usuarios a cambio de una menor cobertura, mientras que en zonas rurales se podrá utilizar las bandas bajas (900 MHz y en el futuro también los 800 MHz) donde la capacidad se reduce pero la cobertura en estas bandas tiene un mayor alcance y mejor penetración en interiores.

A medida que los operadores móviles invierten en tecnología LTE, se enfrentan a problemas de implementación, tanto comerciales como técnicos, a la hora de compatibilizar la red LTE con sus infraestructuras ya existentes, incluido el roaming. El reto para futuros lanzamientos es lograr un estándar LTE y permitir el roaming de datos a nivel mundial. A la industria le corresponde asegurarse de que las redes LTE permitan a los consumidores sacar todo el provecho y disfrutar de los beneficios de estas redes de alta velocidad.

Se espera que dicha tecnología pueda llegar a tener 90 millones de usuarios que utilizan el estándar 4G a finales de este año y mil millones para el año 2017, de acuerdo con Google Analytics. Esto hará que la red 4G LTE, la tecnología inalámbrica más rápida adoptada hasta el momento.

Movistar con pruebas pre-comerciales de LTE. Llevan meses trabajando con LTE y durante el Mobile World Congress de Barcelona, Movistar desplegó

su red en diferentes puntos de Barcelona para dar muestra de las bondades del nuevo estándar.

Vodafone ensaya por diferentes ciudades. Entre las mejoras en red que Vodafone ha presentado durante el MWC 2012, LTE ya ha llegado a Málaga, Madrid, Barcelona y Santander aunque las pruebas piloto se continuarán extendiendo a otras áreas donde haya alta demanda de tráfico y así prepararse para su próxima comercialización. Las primeras pruebas en entornos reales han alcanzado velocidades de entre 85 y 90 Mbps.

Orange ha elegido Valencia para comenzar el despliegue de su red LTE y asegura que las primeras ofertas comerciales llegarán al público en general muy pronto por lo que imaginamos que deben estar haciendo pruebas en otras zonas.

Yoigo anunciará sorpresas. Poco se le ha podido sacar a Yoigo de sus planes sobre LTE a pesar de que Telia Sonera fue el primer operador en lanzar LTE en el mundo a finales de 2009 en Estocolmo. Para España, Johan Adsjö se limitó a decir que preparan sorpresas relacionadas con LTE que darán a conocer próximamente.

Sin cambiar de tema, ¿qué efectos tiene el LTE sobre la TDT?

Según algunos artículos de prensa en Internet, el Gobierno ha confirmado un cambio que afecta a las frecuencias que actualmente ocupan los canales de la TDT (Televisión Digital Terrestre). El causante o motivo por el que habrá que realizar una resintonización de los decodificadores de los hogares españoles será la implantación de la red 4G.

Tras la presentación del plan detallado, el nuevo dividendo digital reducirá a la mitad el espacio radioeléctrico de la TDT. Es espacio libre será ocupado por la nueva red de comunicación LTE.

El problema es que la telefonía 4G necesita su hueco en el espectro radioeléctrico, y ahora mismo lo están ocupando las cadenas de TDT, así que hay que reestructurarlo todo para que puedan convivir.

### LTE en España, Conclusiones

A pesar de las expectativas que levantan este tipo de avances sobre redes, de momento estamos en 2012 y la cobertura 3G sigue siendo un sueño en zonas poco pobladas mientras otros no tardarán en beneficiarse de las nuevas ventajas del LTE, haciendo aumentar aún más la famosa brecha digital que también provocan las diferentes coberturas de banda ancha fija.

Se espera que los primeros lanzamientos comerciales de LTE en España tengan lugar durante los próximos meses, pero vamos a ver en qué situación se encuentran los principales operadores que prevén una extensión masiva de LTE en 2015 mientras que se estima que en 2020, el 100% de la población alcance una velocidad de 30 megas y un 50% los 100 megas.

Por lo tanto, aquellas personas o usuarios que quieran navegar a velocidades LTE deberán tener paciencia mientras se despliega la red y llegan aparatos capaces de conectarse a ella y se implementa la red en nuestro país.



## **OSS ( OPERATION & SUPPORT SYSTEM)**

---

## **5.OSS (Operation & Support System)**

Antes de hablar del trabajo realizado para el proyecto fin de carrera en Ericsson se va a comenzar describiendo el producto sobre el cual se ha desarrollado dicho proyecto. El trabajo fue realizado en el departamento OSS cuyo nombre coincide con el producto.

Los operadores de telecomunicaciones hoy en día tienen una amplia red compuesta por equipos y aplicaciones de varios proveedores. Para la gestión de estas redes complejas se da un enfoque por capas. La idea es que las decisiones de gestión en cada nivel sean diferentes pero relacionadas entre sí.

Hay una tendencia a que la funcionalidad de gestión de red esté en continuo cambio y estos cambios o ajustes se dejan ver en los elementos de la red. Normalmente, el operador de red no quiere trabajar con los elementos de la red uno por uno ya que es algo poco intuitivo. La solución es trabajar con unos pocos sub-administradores de la red en la capa de sub-red. A este nivel trabaja OSS. OSS permite una visión completa de la red y la posibilidad de gestionarla automáticamente sin tener que entrar en comandos propios de los nodos y de la red.

### **5.1. ¿Qué es OSS?**

OSS es el administrador de red de Ericsson. OSS es un producto de gestión de la red que permite en términos generales la configuración, supervisión, gestión de estadísticas y de alarmas de los diferentes elementos de la red, tanto para móvil como para fija. El OSS está compuesto por una serie de servidores que conforman una solución que permite la gestión y monitorización del estado real de la red.

Es un producto que maneja elementos de red, tanto para GSM, WCDMA, Core Network, LTE y TD-SCDMA, desarrollados por Ericsson.

El OSS es un producto muy complejo ya que está formado por varios servidores, cada uno de ellos realiza una función diferentes ya sea para gestión de la red, configuración, gestión de usuarios, procesamiento de estadísticas, servidores de presentación, etc.

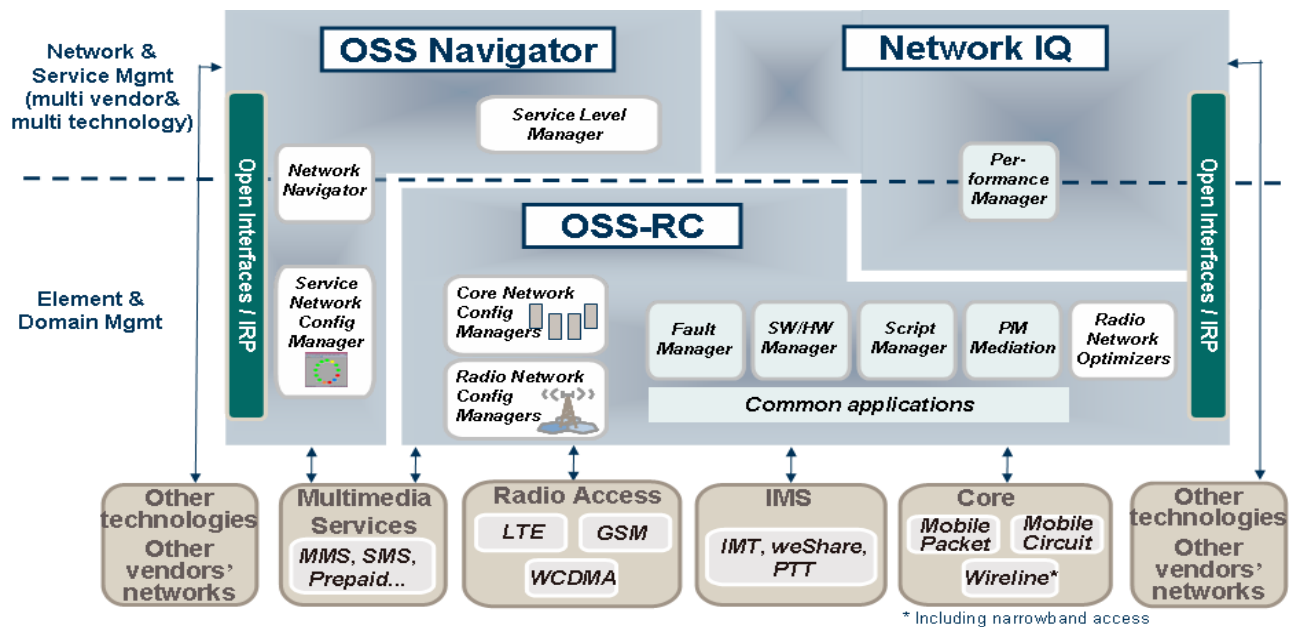


Fig 23. Arquitectura OSS

En esta figura se puede observar que a parte de la solución OSS también se cuenta con otras como por ejemplo ENIQ (Ericsson Network IQ) y el OSS Navigator. Del ENIQ se hablará más adelante ya que está presente en las instalaciones del OSS.

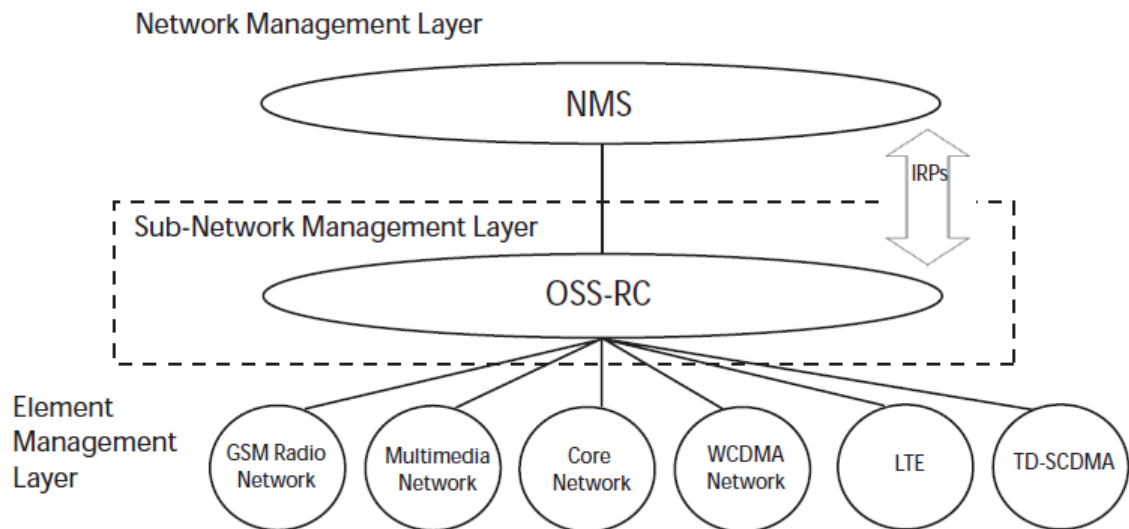


Fig 24. OSS en la red móvil

En esta figura se puede ver a grandes rasgos como la gestión de la red se divide en 3 capas:

- **NMS** (Network Management Systems) es la capa donde los sistemas de supervisión como el OSS se integran, sabiendo que el operador puede tener otro sistema de supervisión de cualquier otra compañía.
- **OSS** que es el sistema que se explicará a continuación, el cual es el ya nombrado sistema de gestión, configuración y supervisión de la red.
- **NE** (Network Elements), el conjunto de elementos de red (Radio y Core) que son gestionados por el OSS

Las tres partes más importantes de las que se compone el OSS son:

## 5.2. FM Fault Management

Sirve para monitorizar las alarmas que vienen de los Network Elements (NEs), es decir, de los elementos de la red. Podemos resumir sus funciones en cinco:

- Recibir alarmas
- Capacidad de sincronizar alarmas con los NE
- Guardar alarmas
- Presentar las alarmas al operador
- Reenviarlas al NMS (opcional)

Las alarmas se registran, interpretan y traducen en los registros de alarmas (Alarm Records), que luego son registrados en el FM. Los usuarios pueden acceder a esta información de diferentes maneras. T

Es importante saber que hay varios tipos de alarmas, como por ejemplo las repetitivas, que son las que en vez de aparecer varias alarmas diferentes (que en realidad son la misma cada 5 segundos), aparece una y se incrementa su índice de repetición. Existen a su vez varios grados de severidad en las alarmas, los cuales son: criticas, severidad alta, severidad media, severidad baja, advertencia, indeterminadas.

El FM se divide en los siguientes componentes:

- FM del núcleo (FM Kernel): base de datos donde se registran las alarmas y más tarde se distribuyen.
- Los administradores
- Las adaptaciones a determinados tipos de elementos de red
- Funciones de presentación: hay varias aplicaciones para representar las alarmas, tanto para ver sus estados como para poder gestionarlas.
- Agentes
- Fault Manager eXpert (FMX): herramienta para la automatización de acciones en la gestión de las alarmas, es decir, a través de ciertos filtros, al llegar una alarma, se puede ejecutar una acción sobre ella, como por ejemplo iniciar un proceso con el objetivo de cesar la alarma.
- Herramientas de administración del sistema

Los operadores tienen redes de telecomunicaciones de una o varias empresas. Aquí se habla de una sola red para simplificar.

Una red contiene elementos de la red (o nodos) de varios tipos, por ejemplo, RNC, MSC, RBS, BSC, BTS, SGSN, GGSN, MGW etc. Estos nodos están interconectados en una red troncal. El número de nodos puede exceder de varios miles en grandes redes. ¿Cómo es posible que el operador de telecomunicaciones pueda supervisar esta red, por ejemplo, para actualizar los nodos, monitorizar el tráfico de llamadas de teléfono, mover grandes cantidades de células entre los nodos, monitorizar las alarmas de los nodos, etc ?

Aquí es donde OSS entra en escena. Un sistema OSS básico consta de un servidor Master y una UAS (servidor UNIX Application), el cual es un servidor de presentación para el acceso a la interfaz grafica. En realidad, hay otros servidores que son necesarios, pero el Master y las UAS son los únicos de interés para el FM. Las partes del gestor de fallos se ejecutan en el servidor maestro (Master Server o MS).

La presentación de las alarmas del FM se realiza en la UAS. Principalmente hay tres aplicaciones de presentación para supervisar la situación en la red. Son:

- Matriz de estados de alarmas, útil para sincronizar las alarmas con los NE. El OSS se conecta al nodo indicado y sincroniza las alarmas presentes en el mismo.

- Visor de alarmas, muestra las alarmas reales presentes en la red, ordenadas por subnetwork, y nodo.
- Log de Alarmas, aplicación que sirve para buscar en el histórico de alarmas, por fecha, hora, y nodo, en el caso de querer chequear alguna.

Este conjunto de aplicaciones de presentación de alarmas también permite la creación de filtros personalizados para que el operador, pueda asociar nodos, y de esta forma supervisarlos a la medida de sus necesidades.

Como resumen la siguiente figura muestra el panorama general de los componentes de FM.

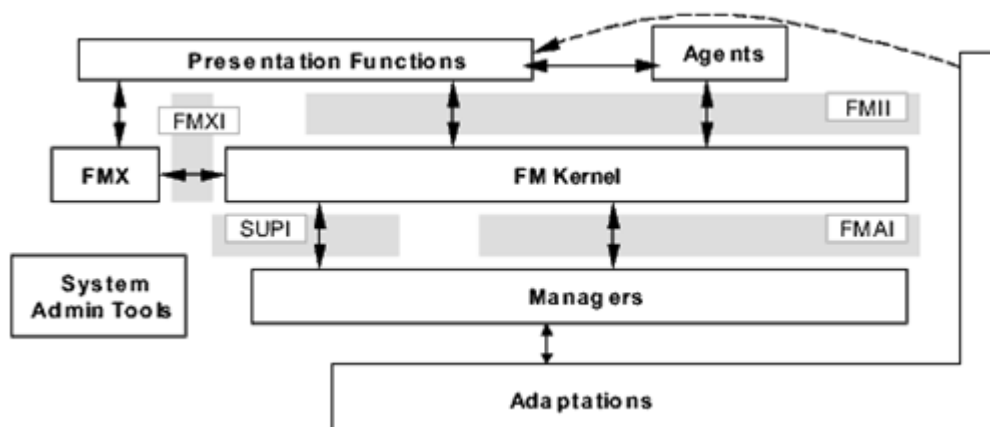


Fig 25. Componentes FM

### 5.3. CM Configuration Management

El OSS dispone de varias aplicaciones para configurar la red y los network elements o nodos. Cuando decimos configurar la red nos referimos a hacer cierta actualización en un nodo, por ejemplo actualizar su versión, cambiar características de la potencia, de la carga que puede tener un nodo, cargarle una configuración específica encargada por el cliente, planificar un "reparenting", el cual se basa en migrar un conjunto de BSC a otra MSC, o activar la recogida de estadísticas de los nodos. Ciertas aplicaciones tienen impacto directo en la red pero en otras puedes guardar y planificar una configuración por ejemplo de un nodo y más tarde aplicarla. En este término de configuración hay diferencias entre 2G y 3G.

Algunas de estas aplicaciones son por ejemplo SMO (Software Management Organizer), CNA (Cellular Network Administration), BSM (Base Station Management) o BSIM (Base Station Integration Manager).

En estas aplicaciones se pueden realizar tareas como:

### **SMO (Software Manager Organizer)**

- Gestionar el inventario de software y hardware
- Actualizar software de los nodos de forma remota
- Supervisar trabajos de actualización hacia múltiples NE en paralelo
- Realizar copias de seguridad
- Gestionar un inventario de licencias de los nodos
- Exportar datos de software y hardware a sistemas externos de gestión

### **CNA (Cellular Network Administration) – 2G**

- Planificar cambios en la red (Integración/Borrado de celdas)
- Planificar reparentings (Migración de todas las BSC asociadas a una MSC hacia otra MSC)
- Validar cambios
- Gestionar rollbacks (Marcha atrás), cuando se desea deshacer un cambio que se realizó en la red

### **BSM (Base Station Management) – 2G**

- Actualizar cambios en la BSC
- Importar/Exportar Modelos de Atributos
- Configurar BSC

### **BSIM (Base Station Integration Manager) -3G, 4G**

- Planificar cambios en la red (NodosB, eNode)
- Planificar auto-integraciones
- Configurar nodos (NodosB, eNode)
- Importar/Exportar Configuraciones

### **PMR (Performance Monitor Recording) – 3G, 4G**

- Activar/Desactivar grupos de estadísticas en la red 3G, 4G
- Gestionar estadísticas en nodos RNC, NodosB, eNode

La aplicación de BSIM es la novedad en este proyecto ya que es una nueva adquisición. Sería la aplicación por referencia para la **configuración de nodos LTE. En ella podemos hacer 'planned area'** donde detallamos en un fichero con tipo XML una configuración para un nodo y cuando queramos la actualizamos y la subimos a la red.

En OSS no es igual hablar de 2G, de 3G o de LTE. Cuando hacemos un cambio en la red (en un nodo por ejemplo), en un sistema 2G, el OSS no se entera inmediatamente pero en 3G sí. En un sistema con nodos 3G los cambios son automáticos por eso hay que tener cuidado al realizarlos.

Lo que hace el OSS para ver la red y para poder configurarla es tener una copia en local de esta y que esté sincronizada, a esta copia se **la conoce como "valid area"**.

### **5.4. PM Performance Management**

Sirve para gestionar las estadísticas que más tarde serán usadas por el propio operador para ver la fiabilidad de los Network Elements. Para el control de estas estadísticas tenemos aplicaciones como pueden ser PMR (Performance Monitor) o SMIA (Statistical Measurement Initiation and Administration).

En esta parte hay un servidor muy importante que es el llamado ENIQ (Ericsson Network IQ). Es un producto probado para la recopilación de datos de la red de los distintos elementos de red, su almacenamiento y el procesamiento de la información recogida, proporcionando así a los usuarios informes de rendimiento.

Un ENIQ estándar se implementa como dos servidores, un servidor de almacenamiento de datos y un servidor de mediación.

El servidor de almacenamiento de datos es donde la aplicación de gestión del almacenamiento de datos se ejecuta. El software de gestión para ENIQ también se ejecuta en este servidor, así como un servidor web para acceder a las aplicaciones y un servidor para el usuario.



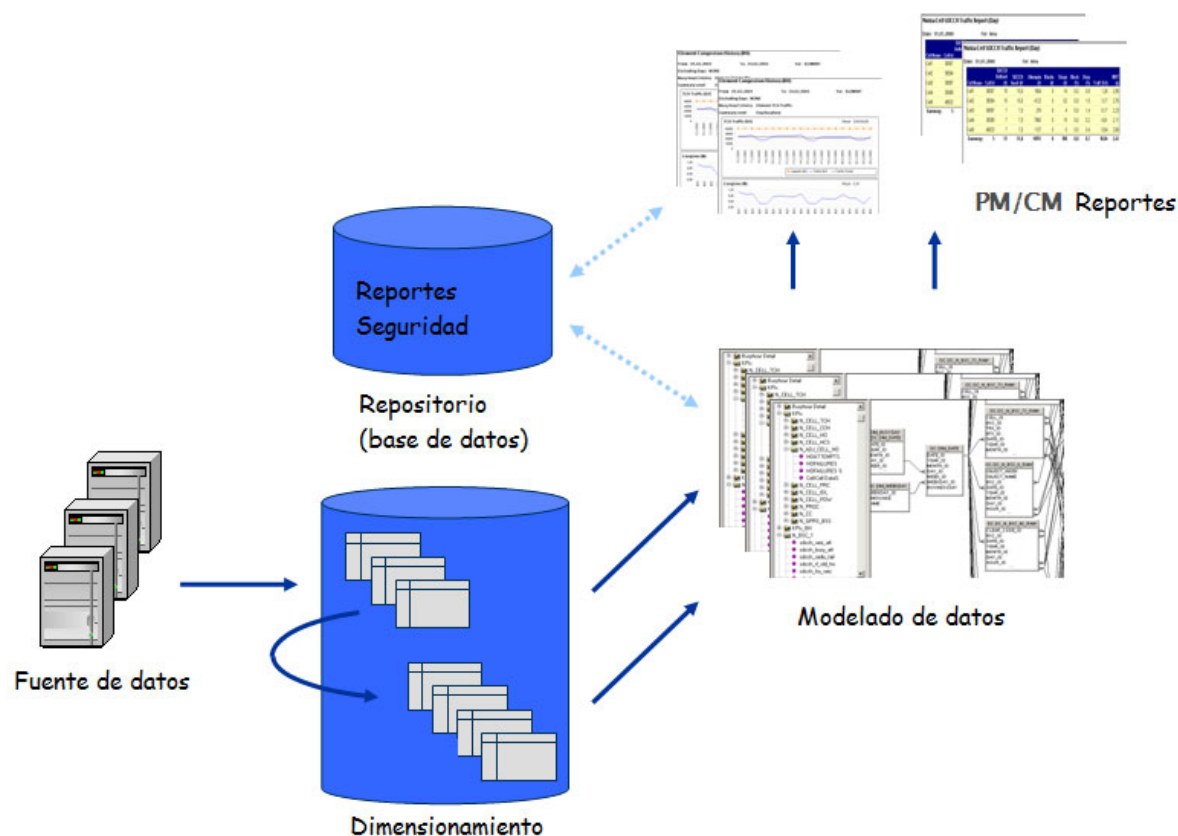


Fig 26. Generación de Reportes

## 5.5. Arquitectura del OSS

En esta sección se va a hablar de cómo interactúan los servidores del OSS entre sí. Como ya se ha nombrado anteriormente, el OSS comprende un conjunto de servidores aparte del Master Server para poder funcionar. Existen servidores de presentación (UAS), que sirven de interfaz para el usuario, pero otros como el ENIQ, que ya conocemos, se necesitan para la recopilación de estadísticas.

En esta figura se muestran los servidores más importantes que se instalan en un proyecto normal, estos serían el MS (Master Server), el OMINF (Common Operation and Maintenance Infrastructure), el NEDSS y el NESS, el WAS, la UAS, el BIS, el OIS y el ENIQ. A continuación se hablará un poco de cada uno de ellos.



**Fig 27. Arquitectura OSS**

Como se puede observar, no todos los servidores son obligatorios, para crear un sistema de gestión OSS como mínimo necesitaremos al MS, un COMINF, un OIS y una UAS.

Cada servidor tiene una arquitectura, unos son Sparc y otros X86 (ambos Solaris).

**MS (Master Server):** Servidor principal donde corren la mayoría de los procesos y componentes más importante en la red OSS. El conjunto de aplicaciones que comprenden FM, CM, PM se ejecutan en esta máquina. En el MS se controlan todos los procesos tanto de estadísticas como de alarmas. Todos los nodos de la red bajo su supervisión continuamente se comunican con el OSS. Es un servidor sin redundancia, en el caso de que nos quedáramos sin servicio en este servidor necesitamos que haya otro (conocido como cluster) que tome el control para que no se pierda la gestión de la red. Esto implicaría una red HA (High Availability), es decir alta disponibilidad, pero de esta configuración se hablará más tarde.

El MS es el que implica una mayor complejidad a la hora de hacer un upgrade ya que es el que más tiempo requiere y en el que más actualizaciones hay que realizar. El upgrade de este servidor se realiza por norma general durante la noche ya que el impacto en la supervisión de la red no será tan grande como si se realizara durante el día. Todas las estadísticas por ejemplo que no se recojan en el momento del upgrade luego pueden ser recuperadas.

**COMINF (Common Operation and Maintenance Infrastructure Server):** Servidor LDAP que controla la autenticación de usuarios y que puede también funcionar como servidor DNS, y servidor NTP. Los usuarios del sistema OSS realizan la autenticación de usuarios a través de este servidor por temas de seguridad.

Normalmente los sistemas requieren de dos COMINF; al realizar el upgrade se actualizaría uno antes del MS y otro después ya que al menos uno tiene que tener el MS para cuando vaya a hacer sus actualizaciones.

Las principales razones de hacer la autenticación de usuarios a través de estos servidores son:

- Incrementar seguridad
- Implementar funciones de seguridad (encriptación, políticas personalizadas)
- Proveer disponibilidad (al tener dos servidores se garantiza la disponibilidad)
- Solución escalable
- Consolidación de usuarios en una base de datos común

**NEDSS (Network Element Distributed Support Server) y NESS (Network Element Support Server):** Son servidores opcionales de distribución cuyo propósito es quitar volumen de carga y procesamiento al MS. Se usan como servidores para la recogida de estadísticas de ciertos NE, y como repositorio de SW. El sistema de ficheros es compartido entre el MS, NESS y NEDSS. El NESS como servidor central gestiona los NEDSS (servidores situados cerca de los nodos reales).

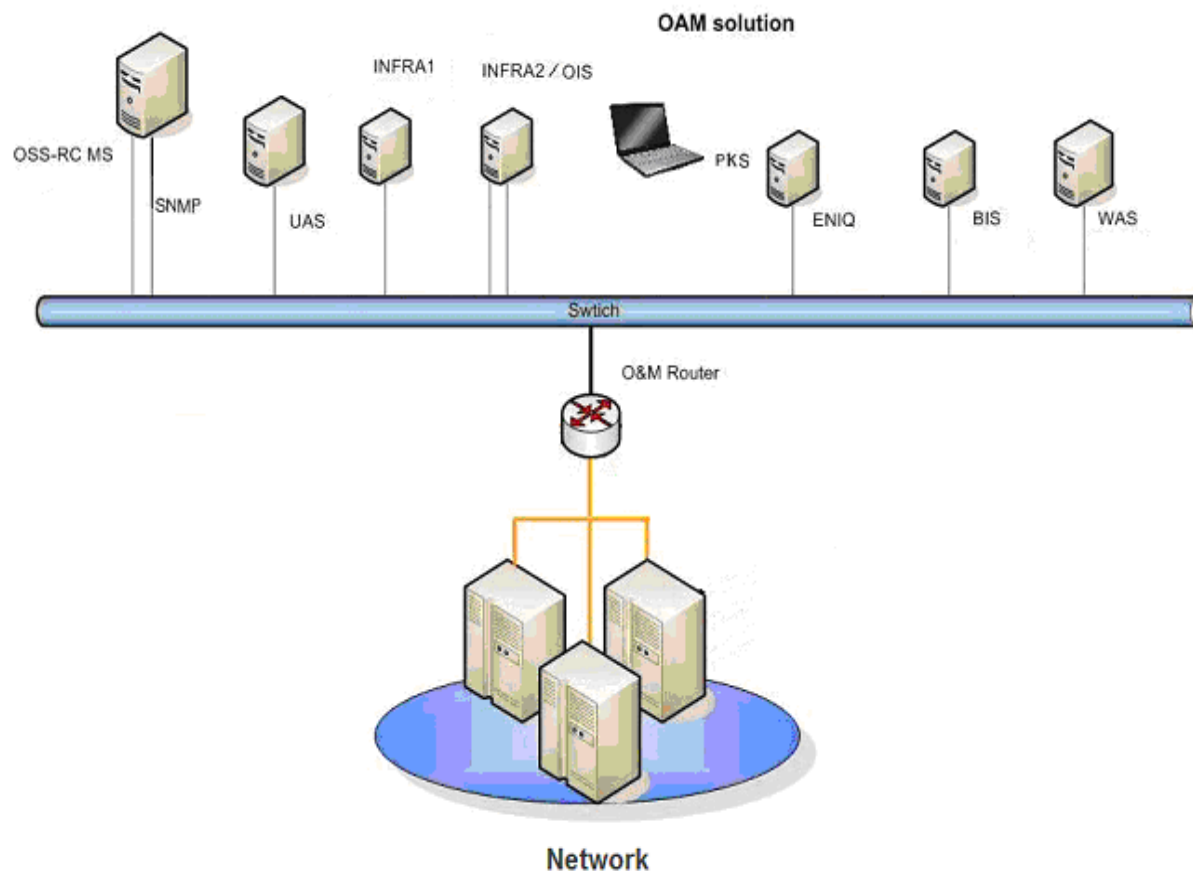


Fig 28. Solución O&M

**UAS (UNIX Application Server):** Servidor que sirve como interfaz gráfica para el cliente desde donde se pueden acceder a las aplicaciones del OSS tanto de estadísticas, de configuración, así como de alarmas. Este servidor está sobre una plataforma UNIX bastante fácil de manejar. Comparte el directorio /home de los usuarios del MS. En el conjunto de servidores de OSS, el UAS también reduce la carga de procesamiento del MS, ya que si este tuviera que gestionar todas las sesiones graficas de los usuarios, impactaría en su rendimiento.

**WAS (WINDOWS Application Server):** Al igual que la UAS, es un servidor multiusuario que proporciona una interfaz grafica para acceder a las aplicaciones Windows que ofrece el OSS. Entre las principales aplicaciones, esta Business Intelligence, Business Objects Enterprise Client. Estas aplicaciones permiten la creación de reportes de estadísticas personalizados. Utilizan una base de datos que contiene contadores de estadísticas de los diferentes NE que se almacenan en el ENIQ y se construyen reportes de la red. Por citar un ejemplo, cálculo del número de usuarios conectados a una RBS durante el día, del tiempo promedio de llamadas asociadas a una RBS, etc.

**OIS (OCS Infrastructure Server):** Servidor que tiene las licencias necesarias Citrix para usar los clientes UAS, WAS.

**BIS (Business Intelligence Server):** Servidor que contiene un servidor web relacionado con la gestión de reportes, a través del cual los usuarios pueden ver y generar reportes de las estadísticas.

**ENIQ (Ericsson Network IQ):** Servidor para la recopilación de datos y procesamiento de estadísticas. En este servidor se procesan y se cargan las estadísticas de los diferentes NE. Consta de varios módulos de procesamiento que permiten monitorizar la carga de los datos. Se puede inclusive crear filtros para generar alarmas basadas en estadísticas que llegan de los NE.

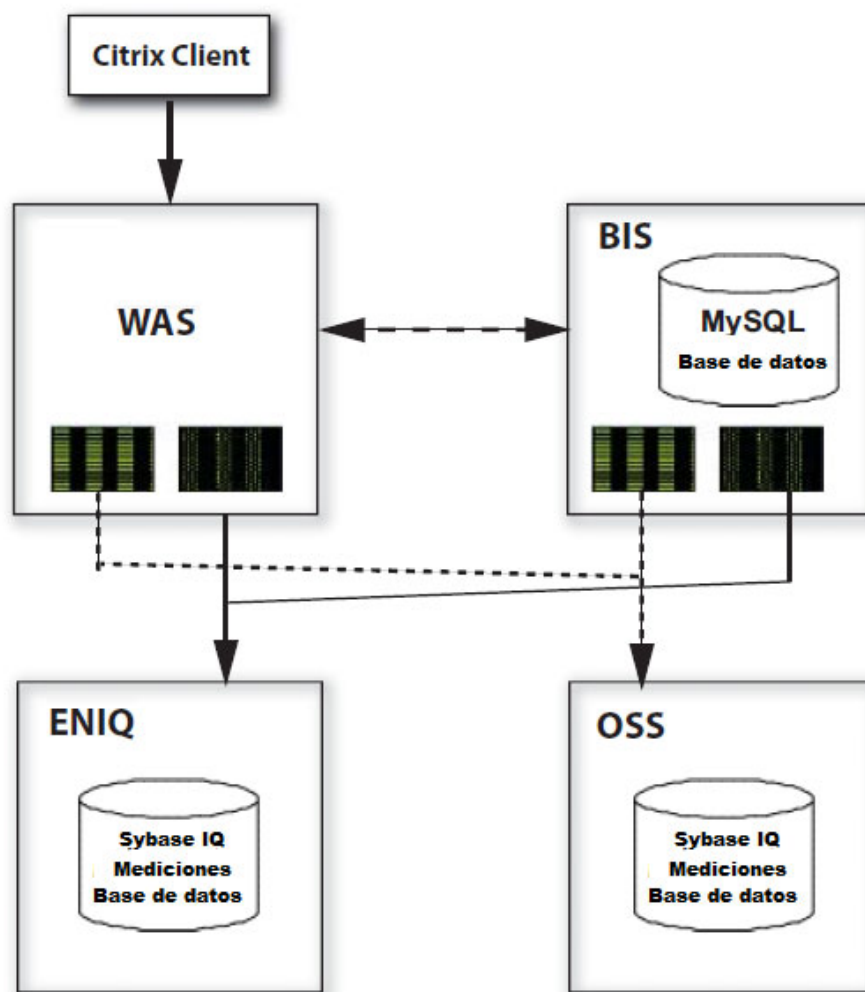


Fig 29. Solución ENIQ

**UPGRADE**

---

## 6.UPGRADE

El proyecto realizado en Ericsson en el departamento BSS/OSS trata de la instalación y soporte de un upgrade de OSS en una compañía de telefonía móvil. Este proyecto tiene una larga duración pero sólo se va a hablar de la fase en la cual participa el Services Engineer que es el rol que se tiene en dicho departamento.

Antes de comenzar a hablar del proyecto lo primero que se va a hacer es introducir una pequeña definición de upgrade.

Un upgrade es el paso de una versión de OSS a otra superior, una actualización. Los motivos para hacer un upgrade pueden ser varios, desde corregir fallos de versiones anteriores a introducir nuevas características, funcionalidades y aplicaciones que mejoraran la gestión de la red y que soportaran la integración de nuevos NE.

El upgrade de OSS casi siempre va tras un upgrade de radio, es decir, si hay alguna mejora en la red de los sistemas de radio (despliegue de la red LTE), el OSS tiene que ser capaz de aplicar esta mejora en su red y de gestionar los elementos nuevos que en ella se hayan definido.

### Conceptos previos al upgrade

Failover: configuración automática en la que un segundo equipo se hace cargo de las funciones del principal en caso de detención de errores o indisponibilidad en este, para que de esta forma, el servicio no se vea interrumpido.

Discos en mirror: el concepto físico sería tener dos grupos de discos exactamente iguales. ¿Esto que quiere decir? Trabajar con los discos en mirror quiere decir que entre dos grupos de discos se repliquen los datos, de esta forma se consigue tener dos discos duros idénticos y que permiten, si todo está bien configurado, que ante el fallo del disco principal, el secundario tome el relevo, impidiendo la caída del sistema y la pérdida de los datos almacenados.



## Introducción del upgrade

En primer lugar cuando comienza un proyecto de upgrade, es necesario definir los saltos que se necesitarán para realizarlo ya que no siempre es directo. Una vez que tenemos definidos los saltos que tenemos que hacer, lo siguiente es ver el tipo de tecnología que tiene el sistema live, si es 3G, 2G o LTE, ya que hay ciertos pasos en el procedimiento que no aplican para todas sino que son específicos para una tecnología en particular. Otra cosa a tener en cuenta es el tipo de configuración que tenemos en el entorno de producción, si por ejemplo se tiene alta disponibilidad en la red de OSS (de esto se hablará en el capítulo siguiente), el número específico de servidores que forman el sistema live, las adaptaciones que quiere introducir el cliente así como los tiempos y fechas del proyecto.

Existen dos tipos de upgrade. El large upgrade y el small upgrade, como sus propios nombres indican, en el small upgrade solo es necesario un salto y el large upgrade indica que se tienen que hacer uno o más saltos intermedios antes de llegar a la versión deseada.

Los procedimientos de los upgrades están diseñados para cubrir los siguientes objetivos:

- Minimizar el impacto en la disponibilidad de OSS.
- Incrementar la eficacia del procedimiento de upgrade.

Para ello se siguen ciertas estrategias:

- Implementar el small upgrade siempre que sea posible.
- Implementar el large upgrade on-site, solo cuando sea necesario.

A continuación se van a explicar los procedimientos a seguir para realizar el small upgrade, así como el large upgrade para tener una idea básica acerca de los procedimientos, métodos y disponibilidad. Se comenzará con el large upgrade.

## **6.1. Large Upgrade**

Únicamente se implementará una actualización del Master Server en el large upgrade.

### **6.1.1. Procedimientos**

Con el propósito de minimizar el impacto en los sistemas de producción del cliente los "large upgrade" se realizan en un entorno fuera de producción, se realiza una copia del sistema, y en un servidor de maquetas, el cuál proporciona un sistema aislado, se realiza el upgrade y se realizan las pruebas de aceptación de la misma. Una vez finalizado, se lleva al ambiente de producción, de esta forma se evita el riesgo de afectar al sistema de producción, se minimiza el tiempo fuera de servicio del sistema y a la vez se incrementa la confiabilidad del upgrade en el sistema de producción ya que se ha probado en el sistema de pruebas.

#### **6.1.1.1. Fuera del entorno de producción (Spare Wheel)**

Este caso es el que se ha citado anteriormente. Este caso sólo aplica para modo standalone. El procedimiento sería el siguiente:

1. Se realiza una copia de seguridad del sistema de producción
2. Se restaura el sistema en un entorno de maquetas, donde se realizara la upgrade
3. Se realiza y se prueba el upgrade en maquetas
4. Se realiza la copia del sistema con el upgrade finalizado
5. Se copia el sistema actualizado en el entorno de producción:
  - Caso configuración standalone (un solo servidor sin redundancia)
    - Se separa la configuración de discos (mirror)
    - Se restaura el sistema de un lado del mirror, de manera de conservar el sistema antiguo del otro lado del mirror
6. Se inicia la maquina con el sistema actualizado (servidor redundante, o utilizando los discos con el sistema actualizado)

Este procedimiento suele ser más largo y se recomienda sobre todo para grandes saltos, ya que ofrece más confiabilidad.

### **6.1.1.2. Mediante separación del dominio (Split Domain)**

Aquí es donde un segundo dominio H/W se crea y algunos recursos de la CPU y la memoria se mueven al otro dominio. Los mirrors se separan y son conectados al segundo dominio. La actualización se realiza entonces en el segundo dominio. Después de la actualización del segundo dominio se pone en el sistema en producción y los recursos se reasignan al dominio original. Este procedimiento se puede utilizar para upgrades tanto pequeñas o grandes, aunque no es comúnmente utilizado en la práctica.

### **6.1.1.3. Mediante separación del cluster (Split Cluster)**

Este es un procedimiento para realizar una upgrade para servidores OSS configurados en alta disponibilidad (HA) e implica los siguientes pasos:

- Failover (explicado previamente) del servidor master al servidor mate. En los entornos HA, donde hay dos servidores llamados (Master, Mate) corren diferentes servicios y ambos son capaces de asumir los servicios del otro. El failover implica que todos los servicios del OSS corren en un solo servidor, y así el otro queda inutilizado.
- Se desactiva del servidor inutilizado
- Se separa el espejo del disco de datos (mirror)
- Se ejecuta el large upgrade en el servidor Master utilizando un lado del espejo de discos.
- Se inicia el servidor actualizado en el entorno de producción, manteniendo la separación con el otro servidor de alta disponibilidad
- Se sincronizan los discos de datos (mirror)
- Failover del servicio Sybase desde el servidor Master al Mate, para que nuevamente ambos servidores compartan los servicios del OSS.

## **6.1.2. Métodos**

En un entorno fuera de producción hay tres métodos posibles para la ejecución de un large upgrade pero sólo uno de ellos será usado dependiendo de la ruta de los saltos.

### **6.1.2.1. Método I**

Lo siguiente es un desglose del método I:

- Extraer los nuevos paquetes de software en el servidor mediante el comando pkgadd.
- Utilizar IST para actualizar la configuración de aplicaciones y datos

### **6.1.2.2. Método II**

Lo siguiente es un desglose del método II:

- Hacer una instalación inicial del software los datos de configuración del OSS y de la red del servidor (spare wheel, split domain o con nuevo HW).
- Extraer los datos de configuración del OSS y de la red del servidor en vivo, utilizando el servicio común CTS.
- Importación de los datos de configuración del OSS y de la red a un entorno fuera de producción utilizando el servicio común CTS.

### **6.1.2.3. Método III**

Lo siguiente es un desglose del método III:

- Hacer una instalación inicial de Solaris y 3PP CIF sólo en el entorno fuera de producción (spare wheel, split domain o con nuevo HW).
- Copiar los datos del OSS del servidor en vivo a un entorno fuera de producción, por ejemplo los datos de los usuarios, etc.
- Actualizar la herramienta CIF y las aplicaciones OSS. Esto requiere que el estado de instalación del sistema antiguo se simule en el nuevo sistema.

## 6.2. Small Upgrade

Las siguientes actualizaciones en el master server se realizan a través del procedimiento de un small upgrade.

### Actualizaciones funcionales (FU)

Se añaden nuevas funcionalidades o se modifican algunas ya existentes, también contienen correcciones de software. Todas las FUs se tratan de manera similar a las CU (actualizaciones correccionales) siendo acumulativas entre ellas. Las FUs tienen las siguientes características:

- Son distribuidas por medio de DVD.
- Teclas de la EDS se utilizan para la UF.
- Es posible instalar una FU inicial.

### Actualizaciones correccionales (CU)

CU es un grupo de correcciones de software. Tienen las siguientes características:

- Pueden o no ser entregadas en DVDs.
- Contiene un grupo de correcciones de software.
- No es posible hacer una instalación inicial de una CU.

### Actualizaciones de emergencia (EU)

Una UE contiene una o más correcciones de emergencia. Una UE tiene las siguientes características:

- No son entregadas mediante DVDs.

#### 6.2.1. Procedimientos

Un small upgrade puede realizarse tanto en un entorno de producción como en uno fuera de este. A diferencia del large upgrade, todos los caminos que realicemos están soportados mediante los siguientes procedimientos:

### **6.2.1.1. Servidor en vivo (Live Server)**

Small upgrade que se realiza en vivo (es decir, con el sistema operativo y en servicio). Debido a que este procedimiento se ejecuta en un entorno real, el cliente incurre en una menor disponibilidad mientras que el upgrade del OSS está en curso.

### **6.2.1.2. Mediante separación del dominio (Split Domain)**

Es igual al procedimiento del large upgrade.

Aquí es donde un segundo dominio H / W se crea y algunos recursos de la CPU y la memoria se mueven al otro dominio. Los mirrors se separan, y son conectados al segundo dominio. La actualización o upgrade se realiza entonces en el segundo dominio. Después de la actualización del segundo dominio se pone en el sistema de producción y los recursos se reasignan al dominio original. Este procedimiento se puede utilizar para upgrades tanto pequeñas o grandes.

### **6.2.1.3. Mediante la separación del Cluster**

Este es un procedimiento para realizar una upgrade para servidores OSS configurados en alta disponibilidad (HA) e implica los siguientes pasos:

1. Failover del servidor master al servidor mate. En los entornos HA, donde hay dos servidores llamados (Master, Mate) corren diferentes servicios y ambos son capaces de asumir los servicios del otro. El failover implica que todos los servicios del OSS corren en un solo servidor, y así el otro queda inutilizado.
2. Se desactiva el servidor inutilizado
3. Se separa el espejo del disco de datos (mirror)
4. Se ejecuta el large upgrade en el servidor Master utilizando un lado del espejo de discos
5. Se inicia el servidor actualizado en el entorno de producción, manteniéndola separación con el otro servidor de alta disponibilidad
6. Se sincronizan los discos de datos (mirror)

7. Failover del servicio Sybase desde el servidor Master al Mate, para que nuevamente ambos servidores compartan los servicios del OSS.

Aquí se acabaría el apartado que habla sobre los posibles procedimientos para realizar un small upgrade. Ahora se hablara de los metodos que hay para este tipo de upgrade.

### **6.2.2. Métodos**

Sólo hay un método que esté soportado para este tipo de upgrade.

#### **6.2.2.1. Método I**

Lo siguiente es un desglose del método I:

- Extraer los nuevos paquetes de software en el servidor mediante el comando pkgadd.
- Utilizar IST para actualizar la configuración de aplicaciones y datos.

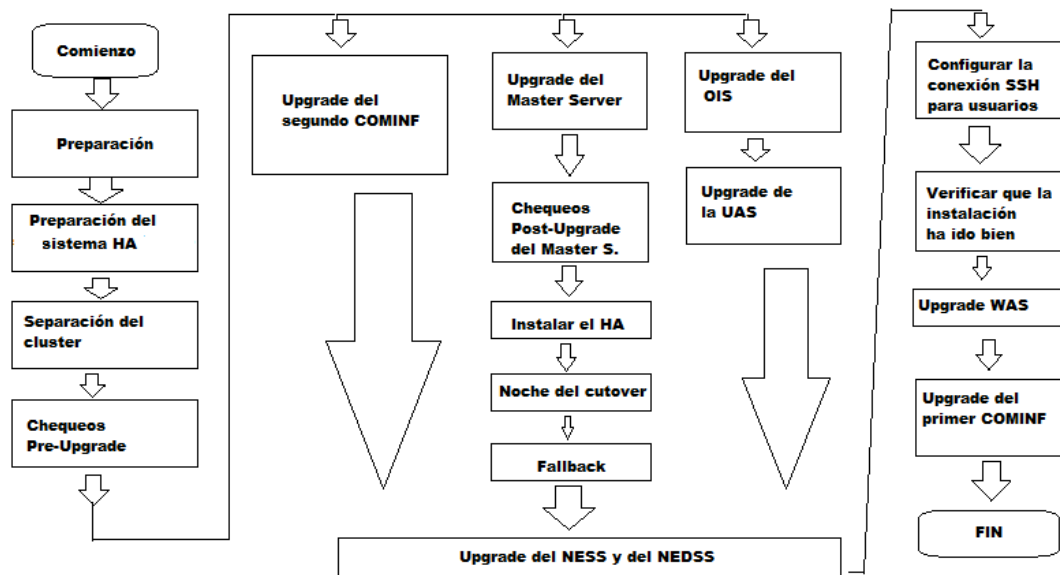
Una vez que ya se conocen los dos tipos de upgrades veremos cuál necesitaremos realizar.

### **6.3. Nuestro Upgrade**

Al tener nuestro proyecto más de un salto, el tipo utilizado será un large upgrade. El método que se utilizará será el realizado mediante separación del cluster (Split Cluster).

Al ser un proyecto con HA (High Availability, lo cual explicaremos en el último apartado) durante el upgrade el sistema funcionará sin su máquina redundante, ¿esto qué quiere decir?, que en caso de que algo falle, la segunda máquina no puede tomar el control; se deja una de las maquinas trabajando y en la otra se realiza el upgrade, por lo tanto, se recomienda tomar todas las precauciones para evitar un fallo catastrófico en el sistema live como tomar copias de seguridad justo antes de comenzar con el upgrade.

El esquema aproximado que se sigue para realizar el upgrade es el siguiente.



**Fig 30. Esquema Upgrade**

En nuestro caso el proyecto realizado cumple las siguientes características:

- El sistema soporta la tecnología LTE
- El sistema posee una configuración de alta disponibilidad (HA – High Availability)
- El upgrade consta de dos saltos
- El sistema está compuesto por un servidor central llamado master y otro servidor de redundancia llamado mate, cuatro UAS, dos COMINF, un OIS, un ENIQ y un WAS

Ahora se empezará a explicar el trabajo realizado en este proyecto real.

Siguiendo con el esquema anterior (fig 30) lo primero que se deberá hacer es una preparación. ¿Qué implica esto? Descarga del software necesario, lectura de las instrucciones del upgrade, comprobación de la conectividad, pedir accesos al lugar de trabajo, comprobar el sistema con el que se trabajará y sobre todo, tener claro de que versión se parte y a que versión se va.



Una vez que tengamos concretado todo el upgrade, se puede empezar a trabajar. Como el sistema es en HA, también deberemos hacer una preparación en el sistema respecto a esto que consistirá en estar seguros de que tenemos la documentación actualizada, que tenemos el SW requerido para la instalación, extraer el último paquete de HA que haya instalado, chequear los discos y hacer una copia de seguridad del servidor sobre el que se va a realizar el upgrade.

Cuando se han acabado todas las tareas necesarias para preparar el proyecto, el primer paso del upgrade será separar el cluster, es decir, desactivar el servidor inutilizado. El resultado de esto será que todos los servicios del OSS estarán corriendo en un solo servidor y el otro quedará inútil.

Como segundo paso, se harán unos pre-checks que básicamente consisten en chequear si hay espacio disponible, comprobar el estado de los servicios o cosas así.

Una vez acabados los pre-checks, se pueden hacer tres cosas paralelamente. Por un lado, se hará el upgrade del cominf secundario, por otro el del master (cuyo proceso es el más complejo) que se realizará en **la noche del 'cutover'** (noche en la que se pierde la conectividad y se realizan las actividades más críticas) y como tercer bloque paralelo el upgrade tanto del OIS como de la UAS.

Estos pasos son los complejos, ya que el pre-check no conlleva ningún tipo de dificultad. Para realizar estos apartados se suele tener unas tres semanas de trabajo ya que es un proceso largo y que casi nunca sale perfecto, siempre hay problemas de pérdida de ciertos datos, de paquetes mal instalados, de paquetes no compatibles con la nueva versión o algo por el estilo.

Una vez que se realice esto, se verifica que todo funciona bien y se finaliza con el upgrade del WAS.

## 6.4. Nuevas funcionalidades de la versión

Como nombramos al principio de este apartado de OSS, lo que hace el upgrade es introducir nuevas aplicaciones o nuevas features en el sistema.

En este apartado se hablará de dichas aplicaciones introducidas en el proyecto realizado en Ericsson. Como este proyecto está integrado con tecnología LTE, las características nuevas que se incluyeron en el upgrade realizado son sobre todo acerca de este ámbito.

La aplicación nueva más importante en este upgrade sería un gestor de LTE desde donde se podrá integrar nodos LTE con todas sus características de radio o de transporte y desde el cual se podrán hacer cambios en la red una vez estén los nodos integrados. Esta aplicación se llama Base Station Integration Manager (BSIM).

Se va a hablar un poco de esta herramienta ya que la integración fue parte del proyecto y sobre todo su puesta a punto y el troubleshooting de la aplicación.

BSIM es una herramienta a través de la cuál se pueden integrar nodos LTE, WCDMA y STN de forma automática, todo ello se hace mediante archivos o plantillas con formato XML que contienen los parámetros y los datos necesarios para ser agregados al OSS.

Cada plantilla se ejecuta y lleva a cabo una tarea determinada, por ejemplo, añadir los nodo a través de ARNE o la creación de una configuración de transporte.

Cuando se ejecutan las plantillas deben contener toda la información necesaria para llevar a cabo la tarea. Sin embargo la mayoría de las plantillas contienen tanto los datos que se comparten como los exclusivos de los nodos como por ejemplo su dirección IP.

Esto puede hacerse a través de la interfaz GUI BSIM, pero también es posible utilizar una aplicación llamada Importación de archivos BSIM a través de la cual se pueden agregar más de un nodo con un único fichero o plantilla.

Una vez conocido el funcionamiento de esta aplicación, tras el upgrade hay que realizar las pruebas necesarias sobre todo en las nuevas features que se han metido con la actualización, en el caso del BSIM las pruebas son del tipo agregar y borrar un nodo LTE.

Hay otras muchas funcionalidades que se introdujeron con el upgrade como por ejemplo funcionalidades específicas que el cliente ha pedido para este proyecto. Casi siempre paquetes extra que ha pedido el cliente que le dan una funcionalidad además de las básicas en ciertas aplicaciones. Esto sobre todo es muy normal para el tema de las alarmas. El cliente con OSS sobre todo lo que pretende es visualizar en todo momento como está su sistema y esto se hace a través de alarmas o de estadísticas.

## **HIGH AVAILABILITY (HA)**

---

## 7. HA – High Availability (Alta Disponibilidad)

La solución HA de Ericsson tiene como objetivo brindar al cliente una solución tolerante a fallos, en la cual se garantiza la operatividad del sistema OSS en caso de ocurrir fallos de Hardware. Tiene tres posibilidades, una de ellas es la solución OSS HARS (High Availability Replication Solution), otra es la de HACS (High Availability Cluster Solution) y otra es la mezcla de ambas soluciones llamada Global.

### 7.1. HARS (High Availability Replication Solution)

OSS HARS (High Availability Replication Solution) consta de dos servidores, cada uno con la misma configuración hardware, que es la misma que la de un único servidor estándar OSS. En cada servidor, la aplicación Veritas Volume Replicator (VVR) y Veritas Cluster Server (VCS) están en funcionamiento. No hay ninguna limitación de distancia geográfica entre los dos servidores. Ambos servidores se están ejecutando como clústeres de un único servidor y son conscientes del estado del otro. Sólo en un servidor se está ejecutando el OSS y la base de datos. Los volúmenes de datos se replican entre los dos sitios.

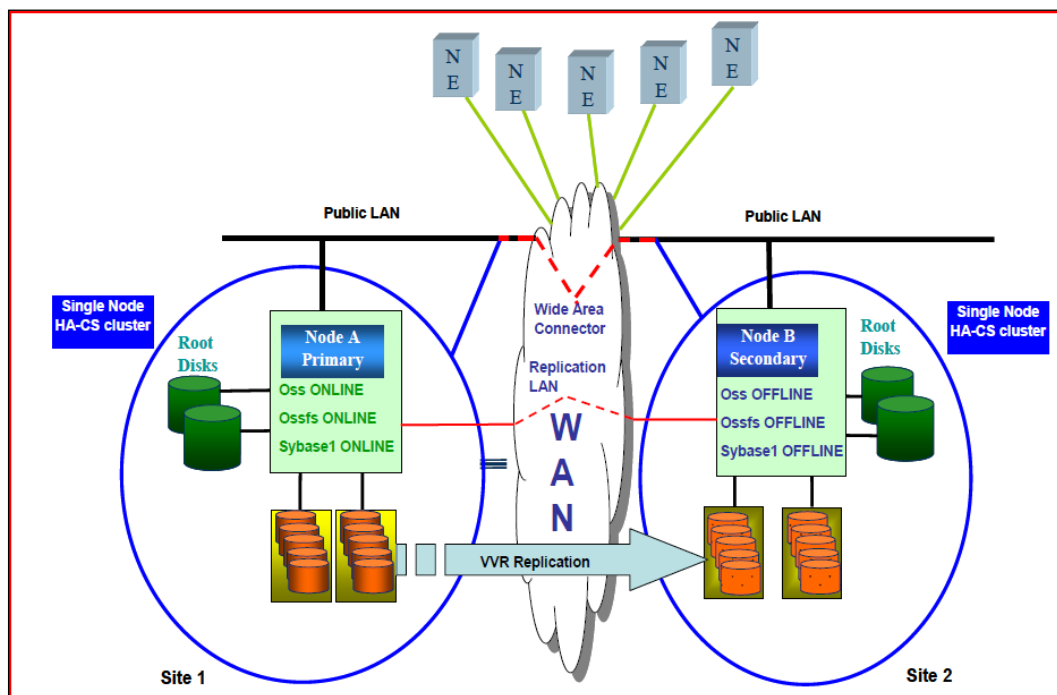


Fig 31. Solución HARS

HA-RS tiene los siguientes beneficios o ventajas:

- **Recuperación de desastres, el aumento de la seguridad física del medio ambiente**, sin límite de distancia entre los nodos. Es posible implementar el nodo y los sistemas de disco en distintos lugares geográficos (distancia limitada).
- **Disminución del tiempo de inactividad**, tanto para interrupciones inesperadas como para previstas.
- **Posibilidad de preservar el estado operativo deseado a través de la separación temporal de los servidores.**
- **Los volúmenes se repiten en los dos sitios, por lo tanto si se produce un fallo de hardware crítico en uno de los servidores**, el segundo servidor toma el control de O&M.
- **Control de failovers manualmente. (Los failover automáticos no están soportados).** Cuando hablamos de failover nos referimos a la capacidad de un sistema de almacenamiento de acceder a información aún en caso de producirse algún fallo. Este fallo puede deberse a daños físicos (mal funcionamiento) en uno o más componentes del HW lo que produce la pérdida de información almacenada.

Para esta solución en concreto en el proyecto realizado, el hardware deberá cumplir ciertas características de capacidad, de disk arrays, etc. También necesitaremos unas licencias para que todo funcione como pueden ser las de Veritas nombradas anteriormente como VVR o VCS.

## **7.2. HACS (High Availability Cluster Solution)**

La función de HA-CS está basada en el producto Veritas Cluster Server (VCS).

VCS utiliza Veritas Volume Manager (VxVM) como plataforma para la gestión del almacenamiento en línea. Una base de HA-CS se implementa como un clúster de dos servidores (Master y Mate) con un sistema de discos común. La carga de trabajo de OSS se reparte entre los dos servidores del clúster. El estado normal de funcionamiento para un clúster HA sería el siguiente: corriendo las aplicaciones OSS en el servidor master, y la base de datos de Sybase en el servidor mate.

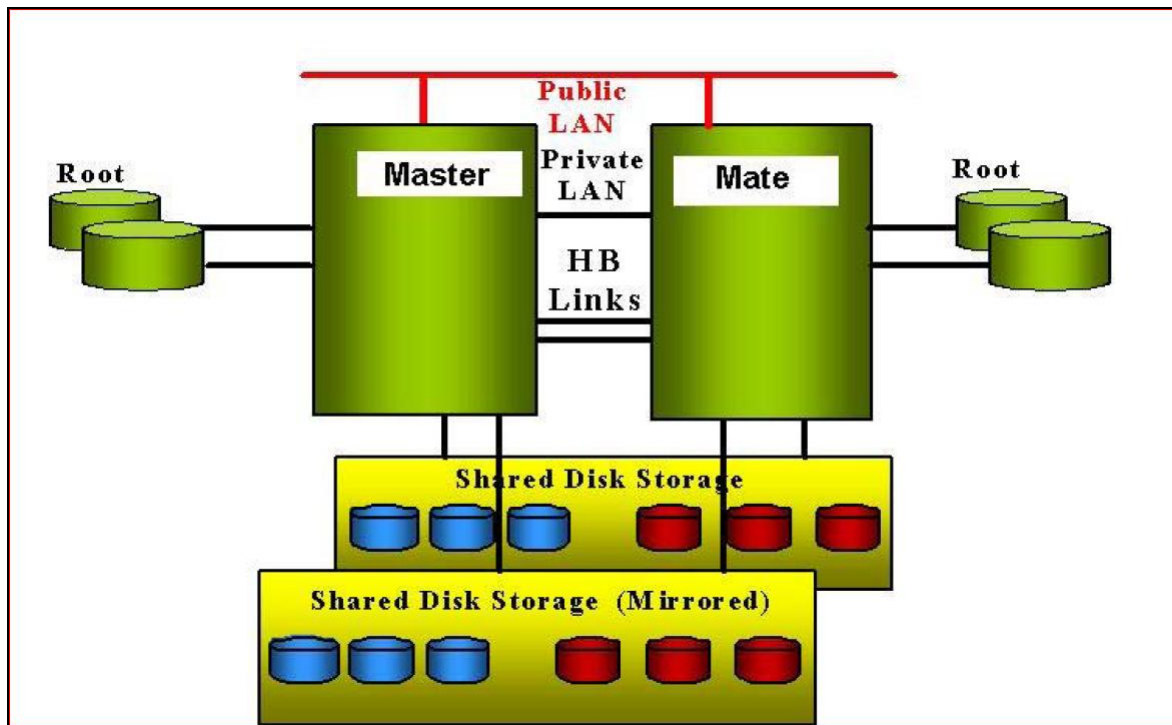


Fig 32. Solución HACS

No se entrará en detalle de la última solución ya que únicamente consiste en el conjunto de las dos anteriores, es decir, por un lado tendríamos la solución de HACS con dos cluster en los cuales en uno de ellos se estará ejecutando el OSS y en el otro estará corriendo la base de datos y por otro lado tendremos una tercera maquina en otro sitio geográfico por si ambas fuesen dañadas que esta última tomase el control.

## **MI APORTACIÓN AL PROYECTO**

---



## 8. Mi aportación en el proyecto

Una vez que se ha concluido con la explicación de todo el proyecto, de las distintas fases, de lo que se hace en cada una, de la descripción del sistema y de las distintas tecnologías que se usan en el sistema OSS, se va a explicar cuál ha sido mi aportación en el proyecto.

El trabajo realizado en la empresa Ericsson es un proyecto de larga duración. En primer lugar cuando se nos convoca para un proyecto debemos conocer fechas límites, gente que colaborará en él, personas de contacto por parte del cliente y la explicación exacta de lo que se pretende realizar.

Una vez que tuve todo esto claro y listo comencé con la descarga del software necesario que se haya en un repositorio interno de Ericsson, y digo descarga ya que el SW que se necesita se graba en DVDs. Para ello se realiza un proceso de investigación para conocer las versiones a implementar, los saltos necesarios en el upgrade, sobre que tipo de hardware se hará o ver compatibilidades.

Cuando ya tuve todo el SW en mi mano, se acudió al cliente y se hizo la copia en un dispositivo de almacenamiento masivo de tipo cinta, del sistema live con la que se trabajó más tarde. Se llevo a los departamentos de Ericsson y se comenzó la instalación. En primer lugar tuve que realizar todo tipo de pre chequeo para ver si todo estaba como había estado momentos antes en el sistema live del cliente. Una vez que esto se tiene claro se comenzó con la instalación según el orden que hemos visto en la figura 30.

Durante el proceso de instalación surgieron problemas y se tuvo que pedir ayuda a gente mucho más experta, pero se saco el proyecto adelante, instalando el Master Server, Cominfs, UAS, ENIQ, WAS y OIS.

De vez en cuando se realizaba una copia de seguridad que permitió que si nos equivocábamos en algo podríamos empezar desde el paso previo y no desde el principio.

El proyecto duro aproximadamente 2 meses. Una vez finalizado llego la parte más importante, llevamos la cinta con la nueva versión actualizada al cliente y la volcamos en su servidor por la noche (noche de cutover), así como la cinta del ENIQ.

Todo sin fallos esa noche tan importante. Para comprobar que todo funciona, esa misma noche se realizan ciertos chequeos como asegurarse de que hay estadísticas y alarmas, ver que tenemos el home de todos los usuarios o que todos los servicios estén levantados.

Tras esto, otro día, desde nuestro departamento se realizaron pruebas mucho más exhaustivas para testear que todo funcionaba, como por ejemplo, intentar agregar nodos, conectarnos a ellos, intentar hacer un backup del sistema o forzar una sincronización de un nodo para que lleguen alarmas. Una vez que esto estaba comprobado se fue al cliente, al sistema de producción, para realizar las pruebas pero junto con una persona de la compañía para la que se ha realizado el upgrade para que compruebe que todo está correcto.

Una vez acabadas las pruebas se procede con lo último del proyecto que es intentar solucionar los fallos que nos surgieron en los test. Esta tarea, muchas veces es la más costosa ya que a veces en un problema de diseño y se tiene que esperar a sacar una actualización de la versión del OSS para poderlas corregir.

Cuando todo está en orden y funcionando correctamente se da como concluido el proyecto.

## CONCLUSIONES

---

## 9. Conclusiones

El mundo de las redes de telecomunicación resulta más fascinante y a la par más complejo de lo que esperaba. Parece tan sencillo realizar una llamada telefónica que uno no sabe lo que realmente hay detrás **para que esta se lleve a cabo con normalidad. El simple hecho de “dar un toque” supone una infinidad de transmisiones, de intercambio de datos entre los nodos, de posibles handover o incluso de posibles fallos solucionados al instante.**

El año en OSS me ha ayudado a ser más independiente a la hora de buscar soluciones a los problemas y a no ver un único camino en una situación. En OSS he valorado el trabajo en equipo, la importancia de la buena relación con los compañeros, la colaboración con ellos, la satisfacción del final de un trabajo bien hecho o el simple hecho de sentirte implicado en un proyecto real que tiene aplicación directa en la **red. A veces esa ‘presión’ ayuda a mantenerte despierto en el proyecto,** a no bajar la guardia e intentar estar siempre un paso por delante del cliente para evitar posibles disconformidades en el proyecto.

Sistemas como OSS son imprescindibles en la vida de las redes de telecomunicación ya que es muy importante tener toda la red supervisada y controlada en todo momento. La red es un conjunto bastante complejo de nodos y de interconexiones que se debe cuidar al mínimo detalle. Una compañía debe conocer constantemente el estado de su red, de sus nodos y de todos los elementos de los que se componga, pero aparte tiene que poder verlo de manera fácil e intuitiva ya que no todo el mundo puede poseer conocimientos sobre todos los nodos y sobre todos los posibles fallos de estos. Es muy difícil aún conociendo más o menos la red, saber en todo momento por que se ha producido un fallo o cómo se va a tener que corregir por lo que también muchas veces lo que importa es la experiencia y el haber tenido ese o un fallo parecido anteriormente.

Al igual que van evolucionando las redes, estos sistemas deben hacerlo a la par ya que si no la gestión sería imposible; esto implica estar al tanto de las últimas tecnologías y ser capaz de evolucionar profesionalmente con ellas. Este es uno de los factores que más he valorado en este trabajo y en este proyecto, el hecho de obligarme a aprender día a día algo nuevo.

Cuando se empieza en un departamento con un sistema tan complejo como este, los primeros meses son un mundo. Cuesta mucho adaptarse a la nomenclatura, a la manera de trabajar de cada empresa y sobre todo al sistema en sí. He tenido suerte de poder pertenecer a un grupo tan completo como es este ya que aparte de abrirme muchos caminos en el mundo de las redes también he ampliado con creces mis conocimientos y no sólo en sistemas de red sino en scripting, en el trato directo con el cliente, en soporte y en muchas más cosas.

Respecto al proyecto en sí he de decir que me parece un proceso bastante complejo. Es un procedimiento que requiere experiencia en el sistema y en la red en primer lugar, y a parte conocimientos ajenos a ambas cosas para poder salir del paso cuando te encuentras sólo frente al problema; para llegar a este grado de conocimientos, el único camino que veo es el de la experiencia. El día cumbre de la integración de este proyecto en el sistema live fue por la noche para que el impacto sea mínimo. Las noches se hacen duras pero mucho más cuando surgen problemas y te ves sólo ante el sistema, por eso aprecio mucho a los compañeros que siempre están dispuestos a ayudarte aunque sea a altas horas de la noche.

El mundo de las telecomunicaciones está en constante auge luego OSS también lo estará. OSS es un sistema cuyos procesos actualmente están bastante automatizados teniendo que seguir en esta línea debido a las continuas mejoras y actualizaciones que se están produciendo, estas mejoras afectarían también a las interfaces gráficas facilitando su manejo y comprensión, es decir haciéndolas mucho mas intuitivas.

Hay que plantearse mejoras en este proyecto, como en cualquier otro. Visto desde un nivel casi inicial, lo primero que propondría como mejora sería por ejemplo agrupar las bases de datos. No hemos hablado de ello en el proyecto, pero el OSS dispone de muchas bases de datos, para cada aplicación, para los nodos, para las estadísticas, para muchas cosas. Yo intentaría reducir un poco el número de estas ya que así serían mucho más rápidas las búsquedas a la hora de resolver problemas o a la hora de hacer troubleshooting.

## **BIBLIOGRAFÍA**

---

## Bibliografía

### Evolución de las redes:

MIÑARRO LOPEZ, Alfonso. Antena de telecomunicaciones. Junio 2009. Disponible en Web: [http://coitt.es/res/revistas/08c\\_Rep\\_LTE\\_MN3.pdf](http://coitt.es/res/revistas/08c_Rep_LTE_MN3.pdf)

GARCÍA GODOS, Carlos. Evolución de las redes móviles de Tercera y Cuarta Generación. Telefónica. Mayo 2009. Disponible en Web: <http://www.slideshare.net/aitelpucp/evolucion-de-redes-mviles3-g-y-4-g-pucp-1511173>

VALVERDE, Gustavo. Evolución de la Tecnología móvil: 1G, 2G, 3G, 4G.. Mayo 2011. Disponible en Web: <http://linkea.do/2011/05/07/evolucion-de-la-tecnologia-movil-1g-2g-3g-4g/>

PUERTO LEGUIZAMÓN, Gustavo; ORTEGA, Beatriz; CAPMANY, José; CARDONA URREGO, Karen y SUAREZ FAJARDO, Carlos. Evolución de las redes de datos: Hacia una plataforma de comunicaciones completamente óptica. Instituto de Telecomunicaciones y Aplicaciones Multimedia, Universidad Politécnica Valencia. Mayo 2008. Disponible en Web: [http://ingenieria.udea.edu.co/grupos/revista/revistas/nro045/148\\_156.pdf](http://ingenieria.udea.edu.co/grupos/revista/revistas/nro045/148_156.pdf)

MARTINEZ, Evelio. Evolución de las redes. Julio 2007. Disponible en Web: <http://www.eveliux.com/mx/evolucion-de-las-redes.php>

Equipo COMSERPRO. Inicio y futuro de la telefonía móvil. Septiembre 2009. Disponible en Web: [http://www.comserpro.com/a\\_telefonmovil.php](http://www.comserpro.com/a_telefonmovil.php)

MAYORAZ, Guillermo. Diferencias entre 2G, 2.5G, 3G, 3.5G y 4G. Diciembre 2010. Disponible en Web: <http://alt-tab.com.ar/diferencias-entre-2g-2-5g-3g-3-5g-y-4g/>

GPRS/GSM:

BETTSTETTER, Christian; VÖGEL, Hans-Jörg; EBERSPÄCHER, Jörg. GSM PHASE 2+ GENERAL PACKET RADIO SERVICE GPRS: ARCHITECTURE, PROTOCOLS, AND AIR INTERFACE. 1999. Disponible en Web: <http://www.comsoc.org/pubs/surveys>

3G:

ROJAS ZAGALS, Diego. Telefonía móvil 3G. Una tecnología que avanza para quedarse atrás. Junio 2009. Disponible en Web: <http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo322/1s09/project/reports/telefon%20movil%203G.pdf>

ERICSSON. 3G Reference. 2011. Disponible en Web: [http://www.ericsson.com/thecompany/press/backgrounders/3g\\_reference](http://www.ericsson.com/thecompany/press/backgrounders/3g_reference)

COMUNICACIONES, TECNOLOGÍA. Hablando sobre 3G, 2G, GPRS, EDGE y UMTS. Diciembre 2007. Disponible en Web: [http://www.tecnologiahechapalabra.com/comunicaciones/movil\\_inalambrico\\_satelital/articulo.asp?i=1865](http://www.tecnologiahechapalabra.com/comunicaciones/movil_inalambrico_satelital/articulo.asp?i=1865)

SUPERTEL. Servicios de tercera generación (3G). Mayo 2009. Disponible en Web: <http://www.slideshare.net/PatoJ/presentacin-3g>

CASTILLO, Julian. Tecnología 3G. Disponible en Web: <http://www.mundotelme.com/>

BISWAS, Pradipta. WCDMA- Technology for 3G cellular systems. Disponible en Web: <http://sit.iitkgp.ernet.in/research/aut04seminar1/7r.pdf>

MANCUSO, V; TINNIRELLO, I. UNMTS Core Network. Disponible en Web: <http://www.tti.unipa.it/~ilenia/course/13-umts-core.pdf>

Huélamo platas, Javier. Visión arquitectural de la tercera generación de móviles UMTS. Octubre 2000. Disponible en Web: [http://www.umtsforum.net/mostrar\\_articulos.asp?u\\_action=display&u\\_log=15](http://www.umtsforum.net/mostrar_articulos.asp?u_action=display&u_log=15)



Long Term Evolution (LTE):

S.ZAVIA, Matías. ¿Qué es LTE? Febrero 2012. Disponible en Web: <http://www.xataka.com/moviles/que-es-lte>

**S.ZAVIA, Matías. LTE, el salto del 3G al 4G. O casi... Febrero 2012.** Disponible en Web: <http://www.xataka.com/moviles/lte-el-salto-del-3g-al-4g-o-casi>

ERICSSON. Long Term Evolution: LTE. Disponible en Web: <http://www.ericsson.com/thecompany/press/mediakits/lte>

ERICSSON. LTE In-depth information. Disponible en Web: <http://www.ericsson.com/thecompany/press/mediakits/lte/information#ericsson>

3GPP. LTE. Disponible en Web: <http://www.3gpp.org/LTE>

PLOKITO. Situación del LTE en España y los avances de los operadores. Marzo 2012. Disponible en Web: <http://www.xatakamovil.com/conectividad/situacion-del-lte-en-espana-y-los-avances-de-los-operadores>

SUNDKVIST, Stefan. Public Safety Communication over 3GPP LTE. Disponible en Web: <http://epubl.ltu.se/1402-1617/2008/037/LTU-EX-08037-SE.pdf>

Maciej Stasiak, Mariusz Glabowski, Arkadiusz Wisniewski and Piotr Zwierzykowski (WILEY). Ahmed Hamza (SFU). Modelling and dimensioning of mobile networks- from GSM to LTE.

Erik Dahlman, Stefan Parkvall and Johan Sköld. Evolved packet system (EPS). Pierre Lescuyer and Thierry Lucidarme (WILEY). LTE/LTE-Advanced for mobile broadband

Danny. El cambio a la TDT se hizo mal.. 5 junio 2012. <http://www.omicrono.com/2012/06/el-cambio-a-la-tdt-se-hizo-mal-habra-que-volver-a-cambiar-las-antenas-y-esta-vez-las-pagamos-nosotros/>

Xataka. En 2013 tocará volver a resintonizar los canales de la TDT en España. 28 Agosto 2012.

<http://www.xatakahome.com/televisores/en-2013-tocara-volver-a-resintonizar-los-canales-de-la-tdt-en-espana>

IPv6:

RAMIREZ, Raúl. Lanzamiento mundial de IPv6 2012. 7 Junio 2012.  
<http://isopixel.net/archivo/2012/06/lanzamiento-mundial-de-ipv6-2012/>

IPv6es. IPv6 en España. <http://www.ipv6es.es/>

OSS: documentación interna de Ericsson.